

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

## 概要

MAX7219/MAX7221は、コンパクトなシリアル入力/出力コモンカソードディスプレイドライバで、マイクロプロセッサ( $\mu$ P)と、最大8桁の7セグメント数字LEDディスプレイ、バーグラフディスプレイ、または64の個別LEDをインタフェースします。BCDコードBデコーダ、多重スキャン回路、セグメントドライバと桁ドライバ、および各桁を格納する8x8のスタティックRAMを内蔵しています。すべてのLEDのセグメント電流を設定するために1つの外付け抵抗のみを必要とします。MAX7221はSPI™、QSPI™、およびMICROWIRE™に対応しており、EMIを低減するためのスルーレート制限されたセグメントドライバを備えています。

便利な4線式シリアルインタフェースで、すべての一般的な $\mu$ Pと接続可能です。ディスプレイ全体を書き換えることなく、個別の桁に対してアドレス指定と更新を行うことができます。また、MAX7219/MAX7221は個々の桁についてコードBデコードとデコードなしをユーザが選択可能です。

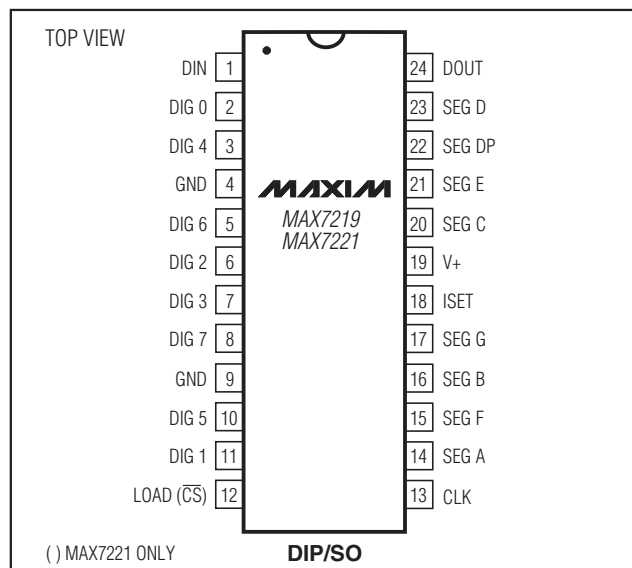
このデバイスは、150 $\mu$ Aの低電力シャットダウンモード、アナログとデジタルの輝度制御、1~8桁の表示を可能にするスキャン制限レジスタ、およびすべてのLEDを強制的にオンにするテストモードを備えています。

3V動作またはセグメント点滅を必要とするアプリケーションの場合は、MAX6951のデータシートを参照してください。

## アプリケーション

バーグラフ表示	パネルメータ
産業用コントローラ	LEDマトリックスディスプレイ

## ピン配置



## 特長

- ◆ 10MHzシリアルインタフェース
- ◆ 個別LEDセグメント制御
- ◆ デコード/非デコード桁選択
- ◆ 150 $\mu$ A低電力シャットダウン(データ保持)
- ◆ デジタルおよびアナログ輝度制御
- ◆ 電源オン時にディスプレイ消去
- ◆ コモンカソードLEDディスプレイの駆動
- ◆ スルーレート制限されたセグメントドライバでEMIを低減(MAX7221)
- ◆ SPI、QSPI、MICROWIREシリアルインタフェース(MAX7221)
- ◆ 24ピンDIPおよびSOPパッケージ

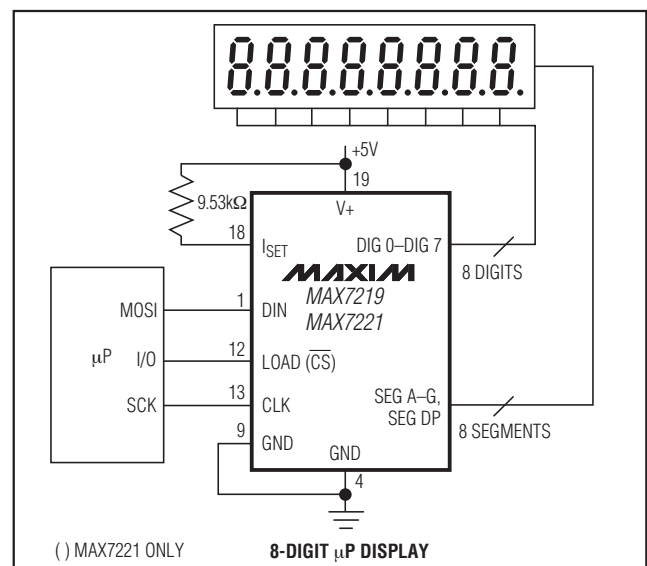
## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7219C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7219ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7219ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

型番はデータシートの最後に続いています。

\*ダイスの仕様は $T_A = +25^\circ\text{C}$ で規定されています。

## 標準アプリケーション回路



SPIおよびQSPIはMotorola Inc.の商標です。MICROWIREはNational Semiconductor Corp.の商標です。

本データシートは日本語翻訳であり、相違及び誤りのある可能性があります。設計の際は英語版データシートを参照してください。

価格、納期、発注情報についてはMaxim Direct (0120-551056)にお問い合わせいただくか、Maximのウェブサイト(japan.maxim-ic.com)をご覧ください。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with respect to GND)	
V+ .....	-0.3V to 6V
DIN, CLK, LOAD, CS .....	-0.3V to 6V
All Other Pins .....	-0.3V to (V+ + 0.3V)
Current	
DIG0-DIG7 Sink Current .....	500mA
SEGA-G, DP Source Current .....	100mA
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +85°C)	
Narrow Plastic DIP (derate 13.3mW/°C above +70°C) .....	1066mW
Wide SO (derate 11.8mW/°C above +70°C) .....	941mW
Narrow CERDIP (derate 12.5mW/°C above +70°C) ...	1000mW

Operating Temperature Ranges (T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub> )	
MAX7219C_G/MAX7221C_G .....	0°C to +70°C
MAX7219E_G/MAX7221E_G .....	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range .....	-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V+ = 5V ±10%, R<sub>SET</sub> = 9.53kΩ ±1%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		4.0		5.5	V
Shutdown Supply Current	I+	All digital inputs at V+ or GND, T <sub>A</sub> = +25°C			150	μA
Operating Supply Current	I+	R <sub>SET</sub> = open circuit			8	mA
		All segments and decimal point on, I <sub>SEG-</sub> = -40mA		330		
Display Scan Rate	f <sub>OSC</sub>	8 digits scanned	500	800	1300	Hz
Digit Drive Sink Current	I <sub>DIGIT</sub>	V+ = 5V, V <sub>OUT</sub> = 0.65V	320			mA
Segment Drive Source Current	I <sub>SEG</sub>	T <sub>A</sub> = +25°C, V+ = 5V, V <sub>OUT</sub> = (V+ - 1V)	-30	-40	-45	mA
Segment Current Slew Rate (MAX7221 only)	ΔI <sub>SEG</sub> /Δt	T <sub>A</sub> = +25°C, V+ = 5V, V <sub>OUT</sub> = (V+ - 1V)	10	20	50	mA/μs
Segment Drive Current Matching	ΔI <sub>SEG</sub>			3.0		%
Digit Drive Leakage (MAX7221 only)	I <sub>DIGIT</sub>	Digit off, V <sub>DIGIT</sub> = V+			-10	μA
Segment Drive Leakage (MAX7221 only)	I <sub>SEG</sub>	Segment off, V <sub>SEG</sub> = 0V			1	μA
Digit Drive Source Current (MAX7219 only)	I <sub>DIGIT</sub>	Digit off, V <sub>DIGIT</sub> = (V+ - 0.3V)	-2			mA
Segment Drive Sink Current (MAX7219 only)	I <sub>SEG</sub>	Segment off, V <sub>SEG</sub> = 0.3V	5			mA

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V+ = 5V ±10%, RSET = 9.53kΩ ±1%, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.)

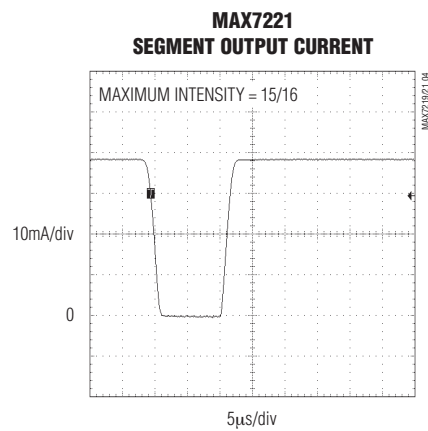
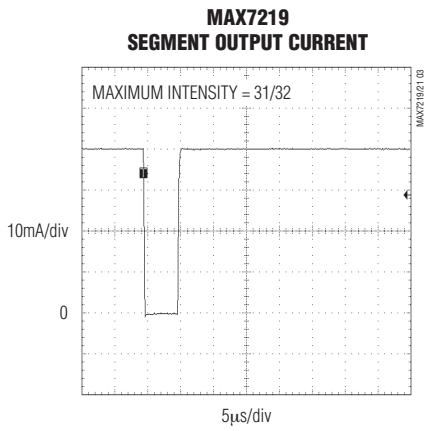
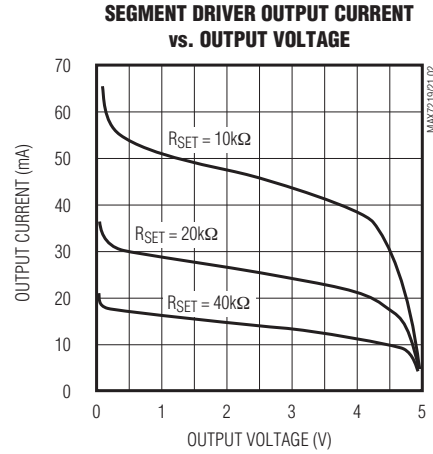
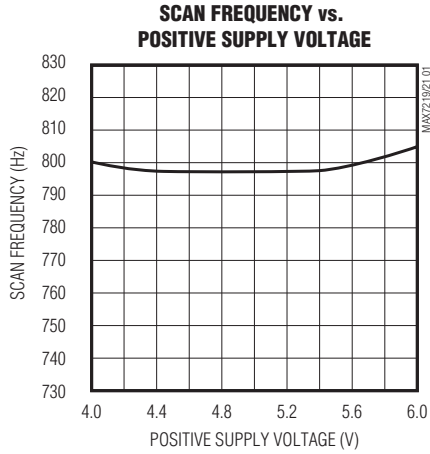
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>LOGIC INPUTS</b>						
Input Current DIN, CLK, LOAD, $\overline{\text{CS}}$	I <sub>IH</sub> , I <sub>IL</sub>	V <sub>IN</sub> = 0V or V+	-1		1	μA
Logic High Input Voltage	V <sub>IH</sub>		3.5			V
Logic Low Input Voltage	V <sub>IL</sub>				0.8	V
Output High Voltage	V <sub>OH</sub>	DOUT, I <sub>SOURCE</sub> = -1mA	V+ - 1			V
Output Low Voltage	V <sub>OL</sub>	DOUT, I <sub>SINK</sub> = 1.6mA			0.4	V
Hysteresis Voltage	ΔV <sub>I</sub>	DIN, CLK, LOAD, $\overline{\text{CS}}$		1		V
<b>TIMING CHARACTERISTICS</b>						
CLK Clock Period	t <sub>CP</sub>		100			ns
CLK Pulse Width High	t <sub>CH</sub>		50			ns
CLK Pulse Width Low	t <sub>CL</sub>		50			ns
$\overline{\text{CS}}$ Fall to SCLK Rise Setup Time (MAX7221 only)	t <sub>CSS</sub>		25			ns
CLK Rise to $\overline{\text{CS}}$ or LOAD Rise Hold Time	t <sub>CSH</sub>		0			ns
DIN Setup Time	t <sub>DS</sub>		25			ns
DIN Hold Time	t <sub>DH</sub>		0			ns
Output Data Propagation Delay	t <sub>DO</sub>	C <sub>LOAD</sub> = 50pF			25	ns
Load-Rising Edge to Next Clock Rising Edge (MAX7219 only)	t <sub>LDCK</sub>		50			ns
Minimum $\overline{\text{CS}}$ or LOAD Pulse High	t <sub>CSW</sub>		50			ns
Data-to-Segment Delay	t <sub>DSPD</sub>				2.25	ms

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

## 標準動作特性

(V+ = +5V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)



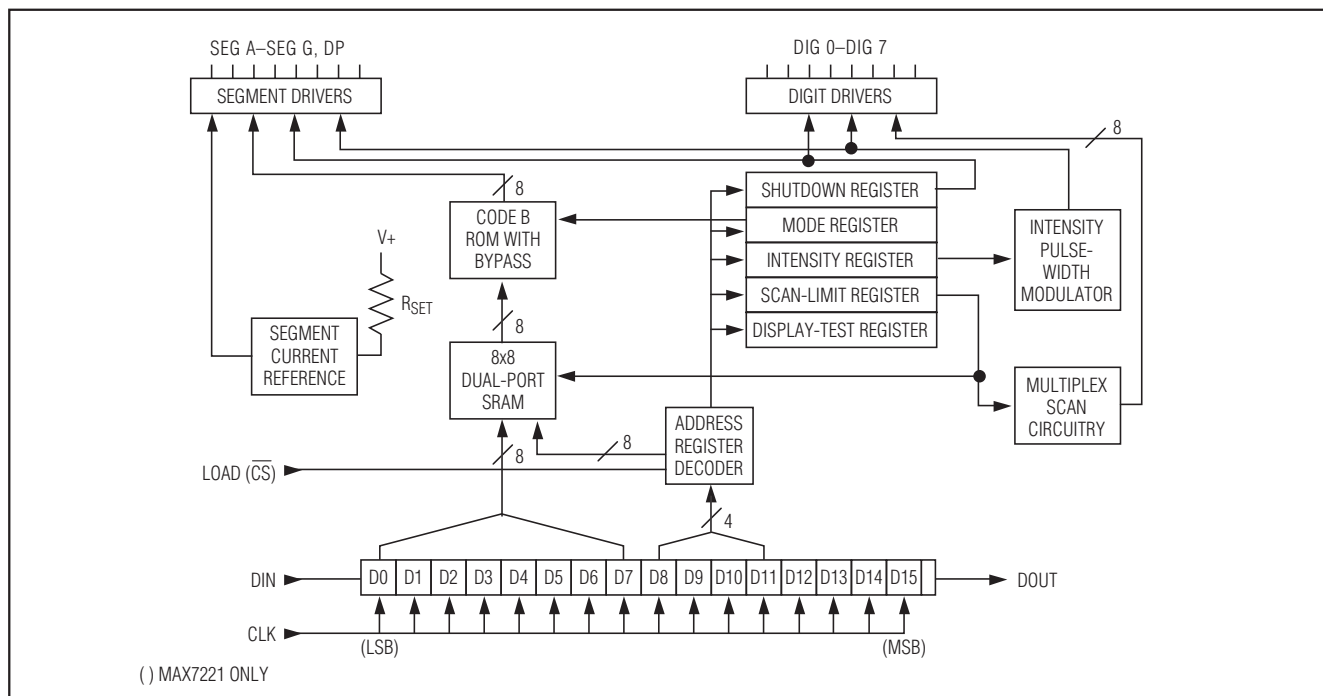
# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

## 端子説明

端子	名称	機能
1	DIN	シリアルデータ入力。データはCLKの立上りエッジをもって内部の16ビットシフトレジスタにロードされます。
2, 3, 5-8, 10, 11	DIG 0-DIG 7	ディスプレイのコモンカソードからの電流をシンクする8桁の駆動ライン。MAX7219では、桁の出力がオフの場合はV+にプルアップされます。MAX7221の桁ドライバは、オフ時にハイインピーダンスになります。
4, 9	GND	グラウンド(両方のGND端子を接続する必要があります)
12	LOAD (MAX7219)	ロードデータ入力。シリアルデータの最後の16ビットがLOADの立上りエッジでラッチされます。
	$\overline{\text{CS}}$ (MAX7221)	チップセレクト入力。 $\overline{\text{CS}}$ がローのときにシリアルデータがシフトレジスタにロードされます。シリアルデータの最後の16ビットが $\overline{\text{CS}}$ の立上りエッジでラッチされます。
13	CLK	シリアルクロック入力。最大レート10MHz。CLKの立上りエッジで、データが内部のシフトレジスタにシフトインされます。CLKの立下りエッジで、DOUTからデータがクロックアウトされます。MAX7221では、CLK入力は $\overline{\text{CS}}$ がローのときのみアクティブです。
14-17, 20-23	SEG A-SEG G, DP	ディスプレイへの電流をソースする7つのセグメント駆動ラインと小数点駆動ライン。MAX7219では、セグメントドライバがオフの場合はGNDにプルダウンされます。MAX7221のセグメントドライバは、オフ時にハイインピーダンスになります。
18	ISET	抵抗( $R_{\text{SET}}$ )を通して $V_{\text{DD}}$ に接続して、ピークセグメント電流を設定してください(「 $R_{\text{SET}}$ 抵抗の選択と外部ドライバの使用」の項を参照)
19	V+	正の電源電圧。+5Vに接続してください。
24	DOUT	シリアルデータ出力。DINに入力されたデータは、16.5クロックサイクル後にDOUTで有効になります。この端子は複数のMAX7219/MAX7221をデジイチチェーン接続するために使用され、ハイインピーダンスになることはありません。

## ファンクションダイアグラム



# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

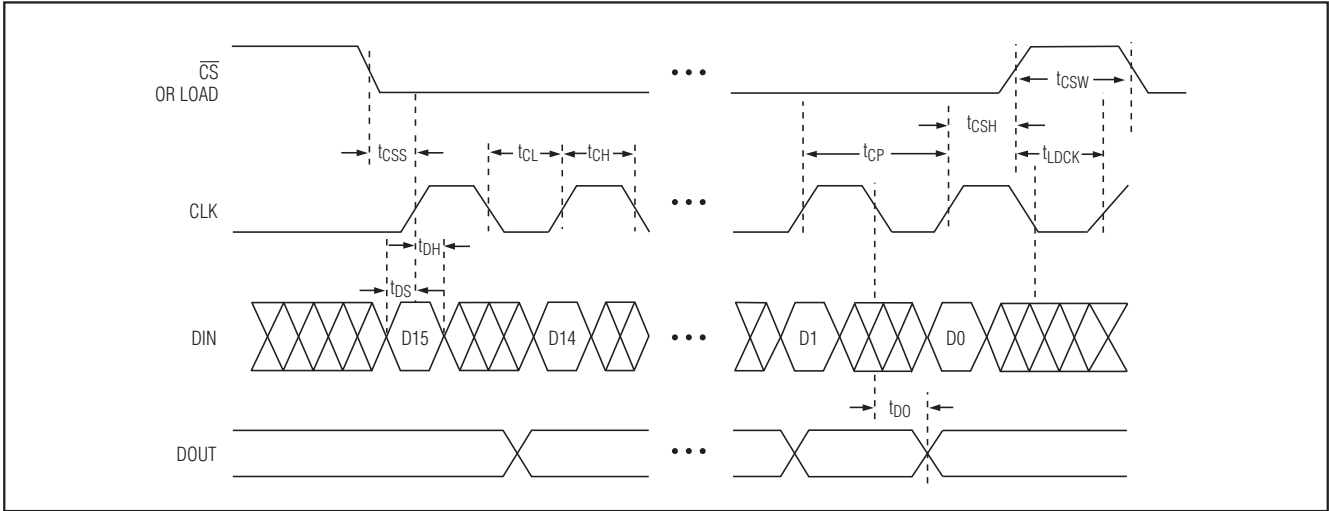


図1. タイミング図

表1. シリアルデータのフォーマット(16ビット)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				DATA							
								MSB				LSB			

## 詳細

### MAX7219/MAX7221の違い

MAX7219とMAX7221は、次の2つの点を除いて同一です。MAX7221のセグメントドライバは電磁干渉(EMI)を低減するためにスルーレート制限されており、シリアルインタフェースはSPI完全対応です。

### シリアルアドレッシングモード

MAX7219の場合、16ビットのパケットでDINに送信されたシリアルデータは、LOADの状態に関係なく、CLKの立上りエッジごとに内部の16ビットシフトレジスタにシフトインされます。MAX7221の場合、データをクロックインまたはクロックアウトするためにはCSがローである必要があります。その後、LOAD/CSの立上りエッジでデータは桁レジスタまたは制御レジスタのいずれかにラッチされます。LOAD/CSは、16番目の立上りクロックのエッジと同時にまたはそれ以降、しかし次の立上りクロックエッジよりも前にハイになる必要があります、それ以外の場合はデータが失われます。DINのデータはシフトレジスタを通して伝搬され、16.5クロックサイクル後にDOUTに現われます。データは、CLKの立下りエッジでクロックアウトされます。データビットには、D0~D15という名称が付与されています(表1)。D8~D11にレジスタアドレスが格納されます。D0~D7にデータが格納され、D12~D15は「任意」ビットです。最初に受信されるのが、最上位ビット(MSB)であるD15です。

### 桁および制御レジスタ

表2に、アドレス指定可能な14の桁および制御レジスタを示します。桁レジスタは、内蔵の8x8デュアルポートSRAMで実現されています。これらのレジスタは直接アドレス指定して個々の桁を更新可能であり、V+が2V (typ)を上回っている限りデータが保持されます。制御レジスタは、デコードモード、ディスプレイ輝度、スキャン制限(スキャンする桁数)、シャットダウン、およびディスプレイテスト(すべてのLEDがオン)で構成されます。

### シャットダウンモード

MAX7219がシャットダウンモードのとき、スキャン発振は停止して、すべてのセグメント電流ソースがグラウンドにプルダウンされ、すべての桁ドライバがV+にプルアップされて、ディスプレイが消去されます。MAX7221も同様ですが、ドライバがハイインピーダンスになる点が異なります。桁および制御レジスタ内のデータは変化しません。シャットダウンを使用して消費電力を節減したり、連続的にシャットダウンモードへの移行と復帰を行うことによってディスプレイを点滅させるアラームに利用することができます。シャットダウンモードでの消費電流を最小限に抑えるために、ロジック入力グラウンドまたはV+にしてください(CMOSロジックレベル)。通常、MAX7219/MAX7221がシャットダウンモードからの復帰に要する時間は250μs未満です。シャットダウンモード中にディスプレイドライバをプログラムすることができ、シャットダウンモードはディスプレイテスト機能によってオーバーライド可能です。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

表2. レジスタアドレスマップ

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15-D12	D11	D10	D9	D8	
No-Op	X	0	0	0	0	0xX0
Digit 0	X	0	0	0	1	0xX1
Digit 1	X	0	0	1	0	0xX2
Digit 2	X	0	0	1	1	0xX3
Digit 3	X	0	1	0	0	0xX4
Digit 4	X	0	1	0	1	0xX5
Digit 5	X	0	1	1	0	0xX6
Digit 6	X	0	1	1	1	0xX7
Digit 7	X	1	0	0	0	0xX8
Decode Mode	X	1	0	0	1	0xX9
Intensity	X	1	0	1	0	0xXA
Scan Limit	X	1	0	1	1	0xXB
Shutdown	X	1	1	0	0	0xXC
Display Test	X	1	1	1	1	0xFF

## 初期起動

初期起動時、すべての制御レジスタはリセットされ、ディスプレイが消去され、MAX7219/MAX7221はシャットダウンモードに移行します。ディスプレイの使用前に、ディスプレイドライバのプログラムを行ってください。プログラムを行わない場合、初期状態で1桁のスキャンを行うように設定され、データレジスタのデータに対するデコードは行われず、輝度レジスタに最小値がセットされます。

## デコードモードレジスタ

デコードモードレジスタは、個々の桁についてBCDコードB (0~9、E、H、L、P、および-)またはデコードなしの動作を設定します。このレジスタの各ビットが、1つの桁に対応しています。ロジックハイでコードBデコードが選択され、ロジックローでデコードがバイパスされます。デコードモード制御レジスタのフォーマットの例を表4に示します。

コードBデコードモードを使用する場合、デコードは桁レジスタ(D3~D0)内のデータの低位ニブルのみを参照して、ビットD4~D6は無視します。小数点(SEG DP)を設定するD7はデコードとは無関係であり、正ロジックです(D7 = 1で小数点オン)。表5にコードBフォントの一覧を示します。

デコードなしを選択した場合、データビットD7~D0がMAX7219/MAX7221のセグメントラインに対応します。表6に、各データビットとそれに該当するセグメントラインの1対1の組合せを示します。

表3. シャットダウンレジスタのフォーマット(アドレス(16進) = 0xXC)

MODE	ADDRESS CODE (HEX)	REGISTER DATA							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Shutdown Mode	0xXC	X	X	X	X	X	X	X	0
Normal Operation	0xXC	X	X	X	X	X	X	X	1

表4. デコードモードレジスタの例(アドレス(16進) = 0xX9)

DECODE MODE	REGISTER DATA								HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
No decode for digits 7-0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
Code B decode for digit 0 No decode for digits 7-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0x01
Code B decode for digits 3-0 No decode for digits 7-4	0	0	0	0	1	1	1	1	0x0F
Code B decode for digits 7-0	1	1	1	1	1	1	1	1	0xFF

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

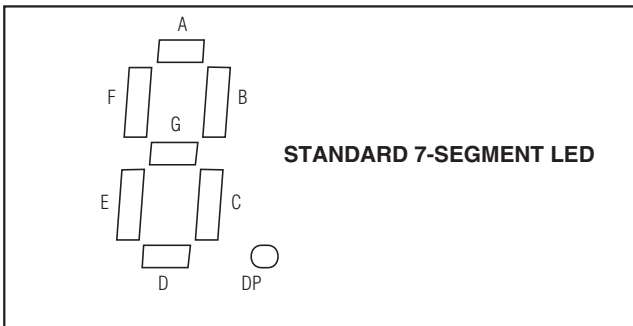
MAX7219/MAX7221

表5. コードBフォント

7-SEGMENT CHARACTER	REGISTER DATA						ON SEGMENTS = 1							
	D7*	D6-D4	D3	D2	D1	D0	DP*	A	B	C	D	E	F	G
0		X	0	0	0	0		1	1	1	1	1	1	0
1		X	0	0	0	1		0	1	1	0	0	0	0
2		X	0	0	1	0		1	1	0	1	1	0	1
3		X	0	0	1	1		1	1	1	1	0	0	1
4		X	0	1	0	0		0	1	1	0	0	1	1
5		X	0	1	0	1		1	0	1	1	0	1	1
6		X	0	1	1	0		1	0	1	1	1	1	1
7		X	0	1	1	1		1	1	1	0	0	0	0
8		X	1	0	0	0		1	1	1	1	1	1	1
9		X	1	0	0	1		1	1	1	1	0	1	1
—		X	1	0	1	0		0	0	0	0	0	0	1
E		X	1	0	1	1		1	0	0	1	1	1	1
H		X	1	1	0	0		0	1	1	0	1	1	1
L		X	1	1	0	1		0	0	0	1	1	1	0
P		X	1	1	1	0		1	1	0	0	1	1	1
blank		X	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0

\*小数点はビットD7 = 1とすることでセットされます。

表6. デコードなしモードのデータビットと該当するセグメントライン



	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Corresponding Segment Line	DP	A	B	C	D	E	F	G

## 輝度制御と桁間ブランキング

MAX7219/MAX7221は、V+とISETの間に接続した外付け抵抗(R<sub>SET</sub>)でディスプレイの輝度を制御することができます。セグメントドライバからソースされるピーク電流は、ISETへの入力電流の公称100倍です。この抵抗は固定とすることも、また可変にしてフロントパネルからの輝度調整を可能にすることもできます。最小値は9.53kΩとしてください。これによって、セグメント電流が40mA (typ)に設定されます。ディスプレイの輝度は、輝度レジスタを使用してデジタル形式で制御することもできます。

ディスプレイ輝度のデジタル制御は、輝度レジスタの下位ニブルによって制御される内蔵のパルス幅モジュレータによって提供されます。このモジュレータは、R<sub>SET</sub>によって設定されるピーク電流の最大31/32から1/32まで16ステップで平均セグメント電流をスケールリングします(MAX7221では15/16から1/16まで)。表7に、輝度レジスタのフォーマットを示します。桁間ブランキング時間は最小で1サイクルの1/32に設定されます。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

表7. 輝度レジスタのフォーマット(アドレス(16進) = 0xA)

DUTY CYCLE		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	HEX CODE
MAX7219	MAX7221									
1/32 (min on)	1/16 (min on)	X	X	X	X	0	0	0	0	0x0
3/32	2/16	X	X	X	X	0	0	0	1	0x1
5/32	3/16	X	X	X	X	0	0	1	0	0x2
7/32	4/16	X	X	X	X	0	0	1	1	0x3
9/32	5/16	X	X	X	X	0	1	0	0	0x4
11/32	6/16	X	X	X	X	0	1	0	1	0x5
13/32	7/16	X	X	X	X	0	1	1	0	0x6
15/32	8/16	X	X	X	X	0	1	1	1	0x7
17/32	9/16	X	X	X	X	1	0	0	0	0x8
19/32	10/16	X	X	X	X	1	0	0	1	0x9
21/32	11/16	X	X	X	X	1	0	1	0	0xA
23/32	12/16	X	X	X	X	1	0	1	1	0xB
25/32	13/16	X	X	X	X	1	1	0	0	0xC
27/32	14/16	X	X	X	X	1	1	0	1	0xD
29/32	15/16	X	X	X	X	1	1	1	0	0xE
31/32	15/16 (max on)	X	X	X	X	1	1	1	1	0xF

表8. スキャン制限レジスタのフォーマット(アドレス(16進) = 0xB)

SCAN LIMIT	REGISTER DATA									HEX CODE
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Display digit 0 only*	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0x0
Display digits 0 & 1*	X	X	X	X	X	0	0	1	0	0x1
Display digits 0 1 2*	X	X	X	X	X	0	1	0	0	0x2
Display digits 0 1 2 3	X	X	X	X	X	0	1	1	0	0x3
Display digits 0 1 2 3 4	X	X	X	X	X	1	0	0	0	0x4
Display digits 0 1 2 3 4 5	X	X	X	X	X	1	0	1	0	0x5
Display digits 0 1 2 3 4 5 6	X	X	X	X	X	1	1	0	0	0x6
Display digits 0 1 2 3 4 5 6 7	X	X	X	X	X	1	1	1	0	0x7

\*アプリケーションについては「スキャン制限レジスタ」の項を参照。

## スキャン制限レジスタ

スキャン制限レジスタは、表示する桁数を1~8の範囲で設定します。各桁は、8桁表示の場合800Hzの標準ディスプレイスキャンレートで多重化方式を使用して表示されます。表示桁数がこれより少ない場合、スキャンレートは $8f_{osc}/N$ になります(Nはスキャン対象の桁数)。

スキャン対象の桁数がディスプレイの輝度に影響を与えるため、表示の一部を消去する目的(先行するゼロの抑止など)にスキャン制限レジスタを使用しないでください。表8に、スキャン制限レジスタのフォーマットを示します。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

スキャン制限レジスタを3桁以下に設定する場合、個々の桁ドライバで過剰な電力が消費されることになります。そのため、表示する桁数に応じて抵抗 $R_{SET}$ の値を調整して、個々の桁ドライバの電力消費を制限する必要があります。表9に、桁ドライバ使用時の表示桁数と対応する推奨最大セグメント電流の一覧を示します。

## ディスプレイテストレジスタ

ディスプレイテストレジスタは、通常モードとディスプレイテストモードの2つのモードで動作します。ディスプレイテストモードでは、(シャットダウンレジスタを含む)すべての制御レジスタと桁レジスタを(変更はせずに)オーバーライドすることによって、すべてのLEDがオンにされます。ディスプレイテストモードでは、8桁がスキャンされ、デューティサイクルは31/32 (MAX7221の場合は15/16)になります。表10に、ディスプレイテストレジスタのフォーマットを示します。

表9. 1桁、2桁、または3桁表示での最大セグメント電流

NUMBER OF DIGITS DISPLAYED	MAXIMUM SEGMENT CURRENT (mA)
1	10
2	20
3	30

表10. ディスプレイテストレジスタのフォーマット(アドレス(16進) = 0xXF)

MODE	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Normal Operation	X	X	X	X	X	X	X	0
Display Test Mode	X	X	X	X	X	X	X	1

注：MAX7219/MAX7221は、通常動作中にディスプレイテストレジスタを再設定するまでディスプレイテストモード(すべてのLEDがオン)のままになります。

## no-opレジスタ

no-op (無動作)レジスタは、MAX7219またはMAX7221をカスケード接続する場合に使用します。すべてのデバイスのLOAD/CS入力を相互に接続して、DOUTを隣接するデバイスのDINに接続してください。DOUTはCMOSロジックレベルの出力であり、連続してカスケード接続されたデバイスのDINを容易に駆動することができます(シリアル入力/出力のタイミングの詳細については、「シリアルアドレッシングモード」の項を参照してください)。たとえば、4つのMAX7219をカスケード接続す

る場合、4番目のチップに書込みを行うには、希望する16ビットワードの後に、3つのno-opコード(16進の0xXX0X、表2参照)を送信します。LOAD/CSがハイになった時点で、すべてのデバイスにデータがラッチされます。最初の3つのチップはno-opコマンドを受け取り、4番目のチップが目的のデータを受け取ります。

## アプリケーション情報

### 電源バイパスと配線

桁ドライバのピーク電流に起因する電源リップルを最小限に抑えるために、できる限りデバイスに近い位置で、 $V+$ とGNDの間に10 $\mu$ Fの電解コンデンサと0.1 $\mu$ Fのセラミックコンデンサを接続してください。配線のインダクタンスと電磁干渉による影響を最小限に抑えるために、MAX7219/MAX7221をLEDディスプレイの直近に配置して、接続をできる限り短くしてください。また、両方のGND端子をグラウンドに接続する必要があります。

### $R_{SET}$ 抵抗の選択と外部ドライバの使用

セグメント当りの電流は、ISETの電流の約100倍です。 $R_{SET}$ の選択については、表11を参照してください。MAX7219/MAX7221の最大推奨セグメント電流は40mAです。セグメント電流レベルがこれらのレベルを超える場合は、外付けの桁ドライバが必要になります。こうしたアプリケーションでは、MAX7219/MAX7221は他の大電流ドライバやトランジスタのための単なるコントローラとして機能します。したがって、外部の電流ソースをセグメントドライバとして使用する場合は、電力を節約するために $R_{SET} = 47k\Omega$ を使用してください。

図2の例では、MAX7219/MAX7221のセグメントドライバ、単極双投アナログスイッチMAX394、および外付けのトランジスタを使用して2.3インチコモンカソードディスプレイAND2307SLCを駆動しています。小数点LEDの標準的な順電圧は4.2Vであるため、小数点LEDと直列に5.6Vのツェナーダイオードを追加してあります。他のすべてのセグメントは、LEDの標準的な順電圧が8Vです。外付けのトランジスタを使用して電流をシンクしているため(DIG 0とDIG 1をロジックスイッチとして使用)、2桁のみ表示されている場合でもピークセグメント電流として45mAが許容されます。電流のシンクにMAX7219/MAX7221の桁ドライバを使用する、表示桁数が4桁未満のアプリケーションの場合、最大許容セグメント電流は表9に示すようになります。それに応じて $R_{SET}$ を選択する必要があります(表11)。

「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の「Power Dissipation (電力消費)」の項を参照して、周囲温度、セグメント電流、およびLEDの順電圧降下の許容限界値を計算してください。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

表11. R<sub>SET</sub>とセグメント電流およびLED順電圧との関係

I <sub>SEG</sub> (mA)	V <sub>LED</sub> (V)				
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
40	12.2	11.8	11.0	10.6	9.69
30	17.8	17.1	15.8	15.0	14.0
20	29.8	28.0	25.9	24.5	22.6
10	66.7	63.7	59.3	55.4	51.2

## 電力消費の計算

MAX7219/MAX7221の電力消費(PD)の上限は、次式で決まります。

$$PD = (V+ \times 8mA) + (V+ - V_{LED})(DUTY \times I_{SEG} \times N)$$

ここで、

V+ = 電源電圧

DUTY = 輝度レジスタで設定されたデューティサイクル

N = 駆動するセグメントの数(ワーストケースは8)

V<sub>LED</sub> = LEDの順電圧

I<sub>SEG</sub> = R<sub>SET</sub>によって設定されたセグメント電流

消費例：

$$I_{SEG} = 40mA, N = 8, DUTY = 31/32, V_{LED} = 1.8V$$

(40mAの場合)、V+ = 5.25V

$$(5.25V \times 8mA) + (5.25V - 1.8V)(31/32 \times 40mA \times 8) = 1.11W$$

したがって、CERDIPパッケージ(表12よりθ<sub>JA</sub> = +80°C/W)の場合、最大許容周囲温度T<sub>A</sub>は次式で与えられます。

$$T_J(MAX) = T_A + PD \times \theta_{JA} + 150^\circ C = T_A + 1.11W \times 80^\circ C/W$$

ここで、T<sub>A</sub> = +61.2°Cです。

上記の消費例の場合、PDIPパッケージとSOPパッケージのT<sub>A</sub>の上限は、それぞれ+66.7°Cと+55.6°Cになります。

表12. パッケージの熱抵抗データ

PACKAGE	THERMAL RESISTANCE (θ <sub>JA</sub> )
24 Narrow DIP	+75°C/W
24 Wide SO	+85°C/W
24 CERDIP	+80°C/W
Maximum Junction Temperature (T <sub>J</sub> ) = +150°C	
Maximum Ambient Temperature (T <sub>A</sub> ) = +85°C	

## ドライバのカスケード接続

図3の例では、3線式のμPインタフェースを使用して16桁を駆動しています。桁数が8の倍数ではない場合、一方のディスプレイがもう一方より明るくならないように、両方のドライバのスキャン制限レジスタに同一の数値をセットしてください。たとえば、12桁を必要とする場合は、両方のスキャン制限レジスタを6桁に設定して、1つのディスプレイにつき6桁を使用することによって、両方のディスプレイが1桁当たり1/6デューティサイクルになります。11桁を必要とする場合は、両方のスキャン制限レジスタを6桁に設定して、1つの桁ドライバを未接続のままとしてください。一方のディスプレイを6桁、他方を5桁とした場合、第1のディスプレイの桁当たりデューティサイクルが1/6であるのに対し、第2のディスプレイは1/5になるため、より明るくなってしまいます。詳細については、「no-opレジスタ」の項を参照してください。

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

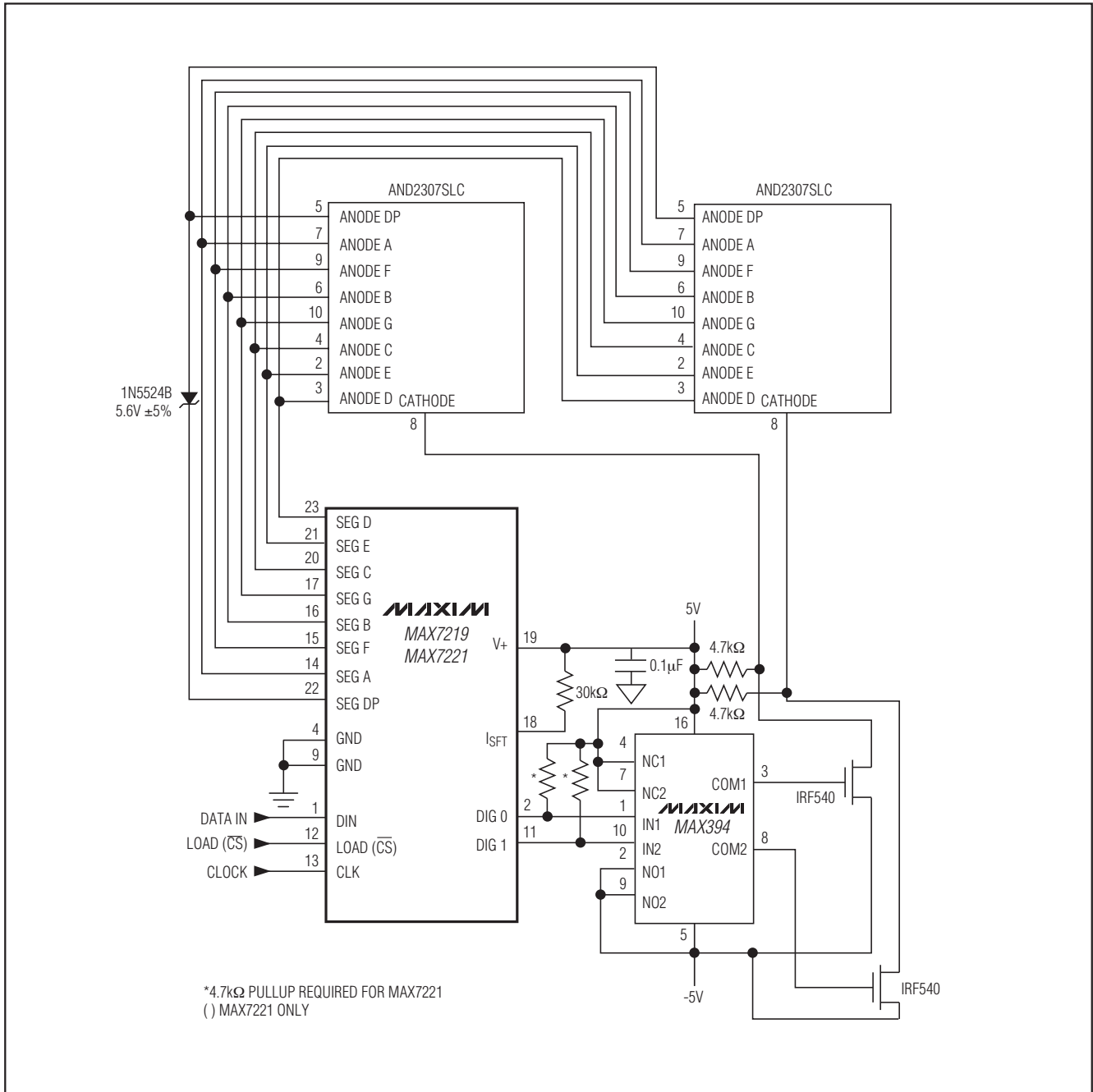


図2. MAX7219/MAX7221による2.3インチディスプレイの駆動

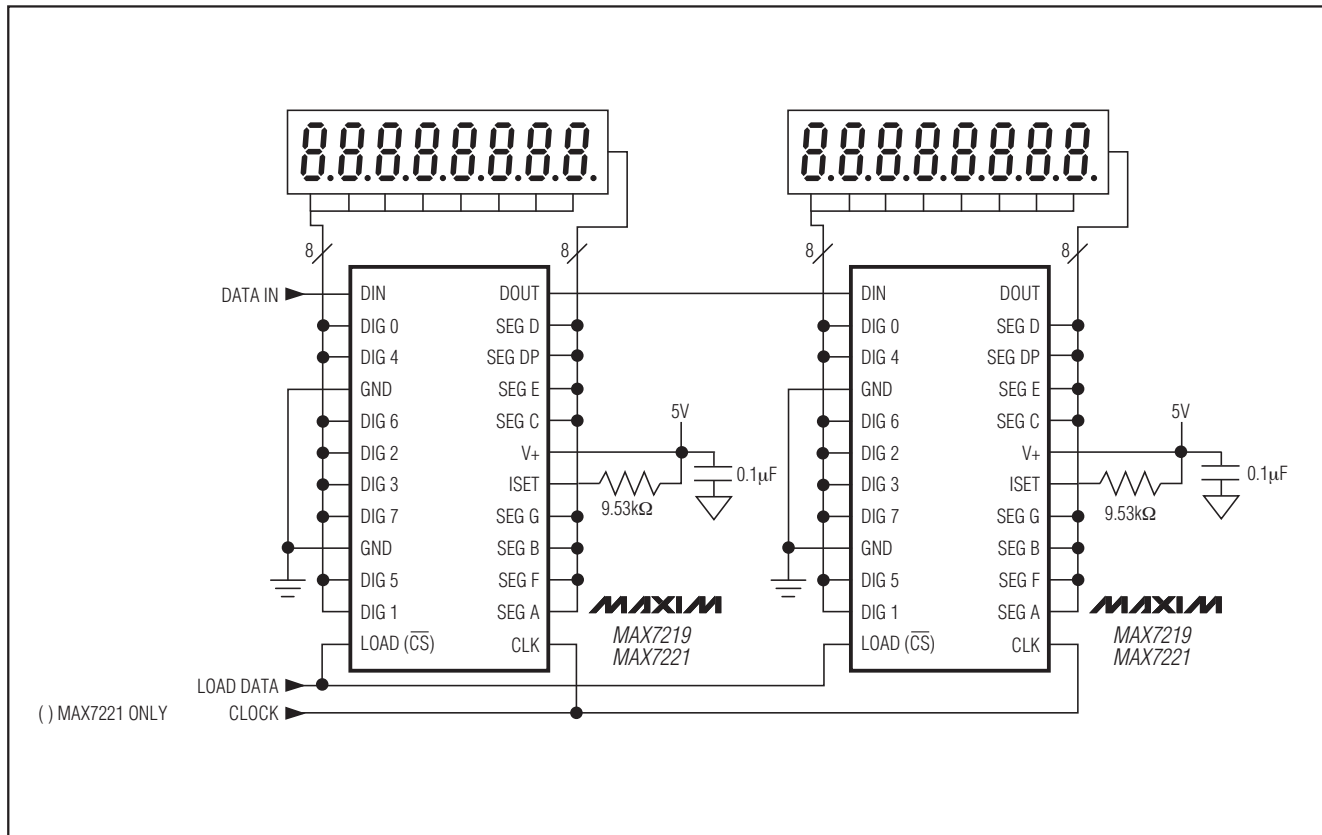


図3. MAX7219/MAX7221のカスケード接続による16桁の7セグメントLEDの駆動

# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

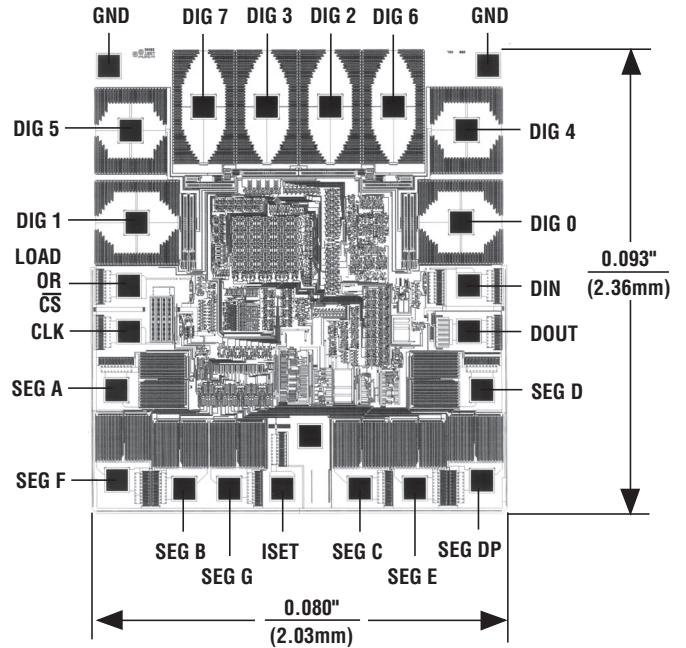
MAX7219/MAX7221

## 型番(続き)

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7221CNG	0°C to +70°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7221CWG	0°C to +70°C	24 Wide SO
MAX7221C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX7221ENG	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7221EWG	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7221ERG	-40°C to +85°C	24 Narrow CERDIP

\*ダイスの仕様は $T_A = +25^\circ\text{C}$ で規定されています。

## チップ詳細図

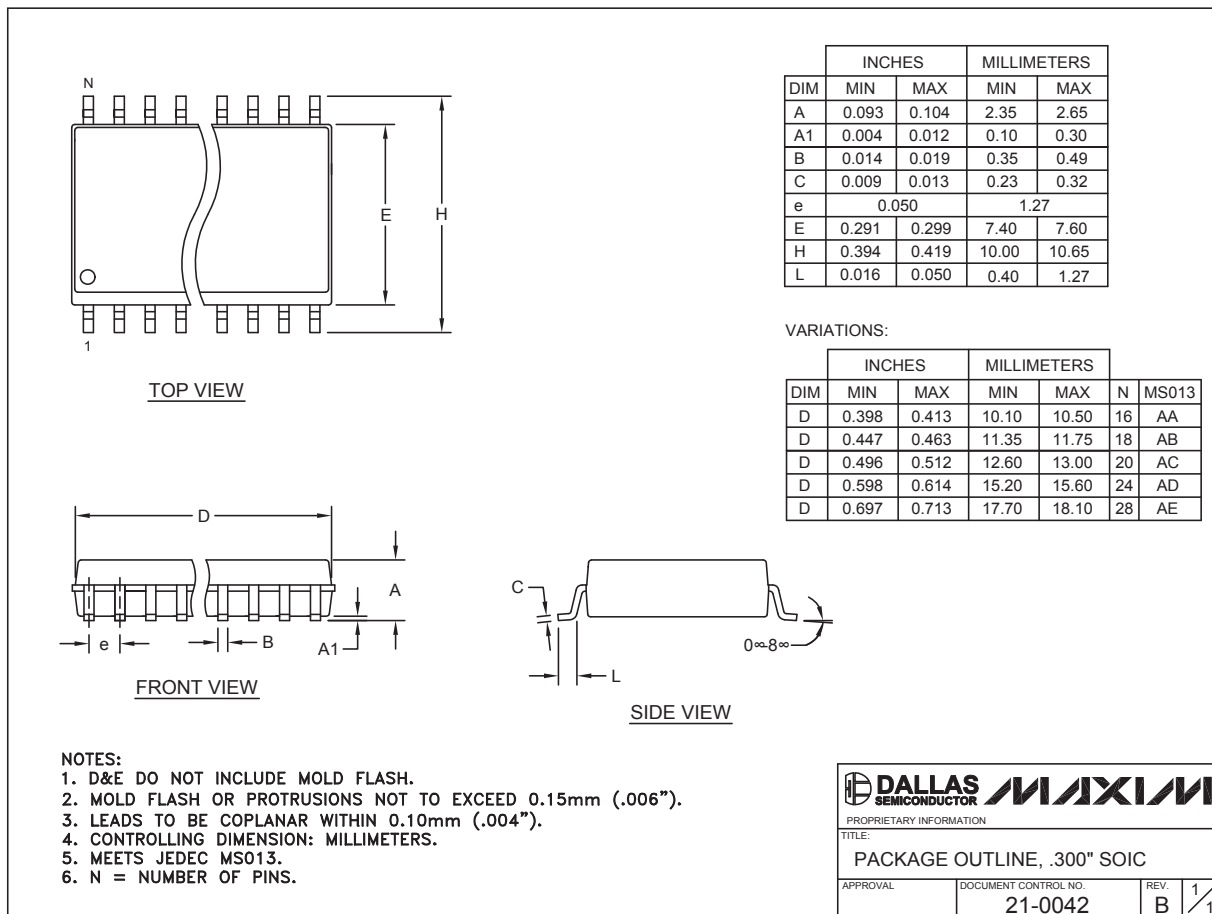


# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

## パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)

MAX7219/MAX7221

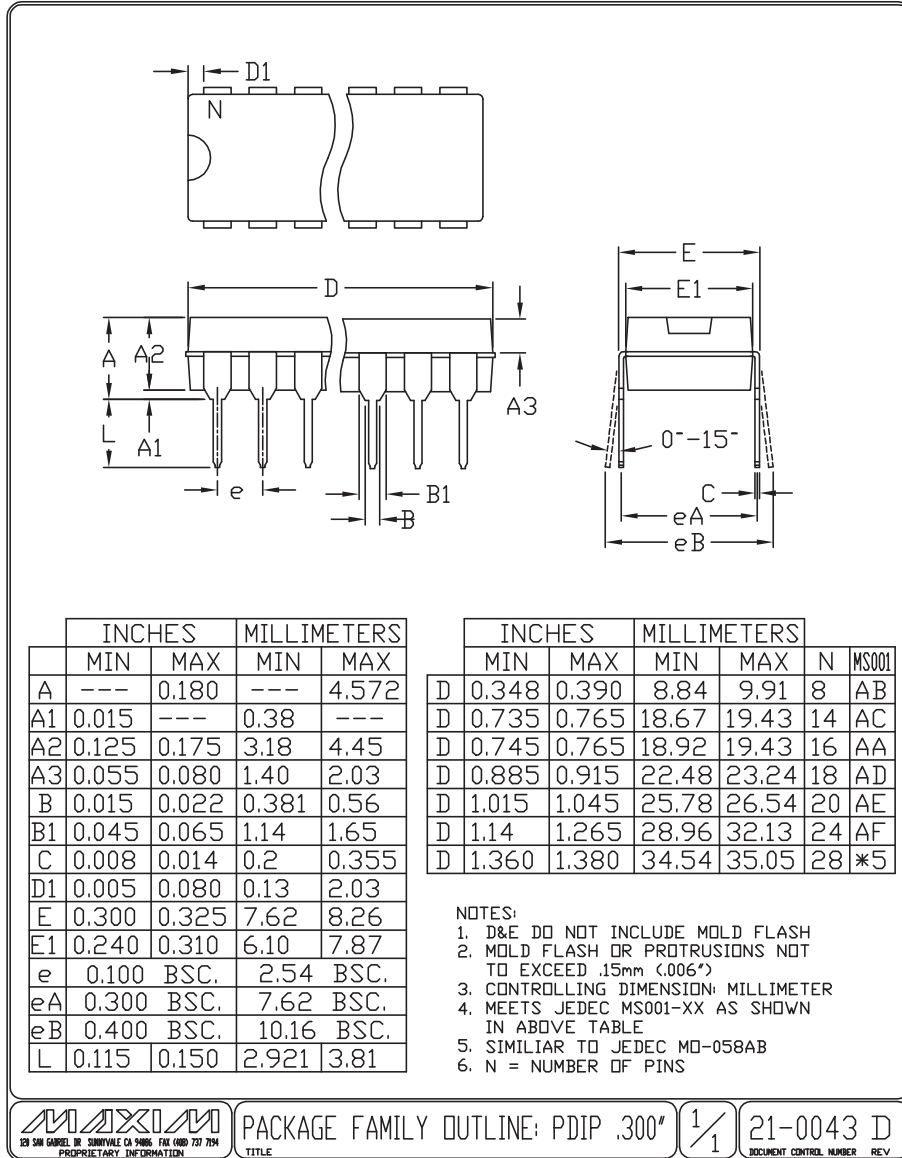


# シリアルインタフェース、8桁LEDディスプレイドライバ

MAX7219/MAX7221

## パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
 TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

Maximは完全にMaxim製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

16 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600