

E

復刻版

エレクトロニクス
実務シリーズ

E l e c t r o n i c s

実用電子回路ハンドブック [2]

このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路ハンドブック 2 [オンデマンド版]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/52121.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

見本

CQ出版社

第1章 デジタル回路

近年におけるデジタル技術の発展はめざましいものがあります。デジタル技術は、TTL IC ロジックの普及に伴って現在のあらゆる機器がデジタル化されています。

このPDFは、CQ出版社発行の「実用電子回路」のデジタル版の一部見本です。
 内容 http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/52121.htm
 購入方法 http://www.cqpub.co.jp/order.htm

このようにデジタル化が進んだ理由としては、

- (1) 安価なデジタル IC が大量に入手できるようになった
- (2) アナログ・データを用いるより高い精度が得られる
- (3) アナログ・データを扱うようにノウハウ的要素が少なく機械的に処理しやすい

などの点が考えられます。

一方、デジタル IC は当初の RTL ロジックから始まり、DTL, TTL など、多くのファミリが誕生し、その機器に合ったロジック・ファミリを自由に選べるようになっていきます。

また、最近では集積度を上げた LSI (大規模集積回路) が普及し、コスト面での経済性が増したことから、ますます IC 化に拍車をかけています。

このように、これからのエレクトロニクス機器はますますデジタル化が進み、標準化が進むにしたがって LSI 化が進むものと思われれます。

ここではデジタル IC を用いた基本的な回路について、機能別に分類し、多くの回路例を掲げることになりました。

デジタル IC の種類

デジタル IC にはいくつかのファミリがあり、それぞれがかなり強烈な個性を持っています。また、最近新しいファミリが2~3種現われてきました。現在実用化されている代表的なデジタル IC のファミリを表わすと次のように表わすことができます。

つまり、21ページのように大別してバイポーラ型とユニポーラ型 (一般には MOS 型と呼ばれる) があり、それぞれ回路、あるいは極性によってバイポーラ型は6種、MOS 型は3種

見本

〈表1-1(a) デジタル IC の種類と特性〉

デジタルIC パラメータ	DTL	HTL	標準TTL
基本ゲートの回路	<p>NAND</p>	<p>NAND</p>	<p>NAND</p>
電源電圧	$V_{CC} = 5V \pm 10\%$	$V_{CC} = 15V \pm 1V (12V \pm 10\%)$	$V_{CC} = 5V \pm 10\% (\pm 5\%)$
消費電力 (1ゲート当たり)	8mW or 12mW	10mW	10mW
ファンアウト	8	10	10
伝達特性			
伝達時間	30nS	90nS	10nS
雑音余裕度	0.4V	≈3V	0.4V
雑音発生	中	中	中高
出力インピーダンス	高レベル 6kΩ or 2kΩ 低レベル $R_{(sat)}$	15kΩ $R_{(sat)}$	70Ω $R_{(sat)}$
フリップフロップの動作周波数	5~20MHz	~4MHz	~30MHz
機能当たりの価	低	中	低
ファミリ数と代表品種	最も基本的なロジックで、各社で生産されているが、TTLの普及と共に保守化されつつある。各社の品種は (日立 HD2200シリーズ 東芝 TD1060Pシリーズ 三菱 M5930Pシリーズ がある	雑音に強いロジックとして登場したもので、MOT社でMC660シリーズ、東芝TD2000シリーズ、日電μPB120Dシリーズなどがある。ほとんどがゲート品種であるが、MSIも一部含まれている。	オリジナルはTexas社で、SN7400シリーズとしてゲート 約40品種 フリップフロップ 約15品種 MSI 約90品種を揃えている。国内では日立 HD7400、HD2500シリーズ 東芝 TD3400Pシリーズ 三菱 M5300P、53200Pシリーズ 日電 μPB200シリーズとして販売されている。

このPDFは、CO出版社発行の『実用電子回路ハンドブック2(オンデマンド版)』の一部見本です。
 内容 購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください
[http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/\\$2121.htm](http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/$2121.htm)
 購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

に分類できます。

デジタル IC はそれぞれ特長を持っており、設計しようとする機器の要求に応じてファミリを選択すればよいわけです。たとえば、高速処理を要求されれば TTL や ECL が適し、雑音に対して強いロジックには HTL、低価格が要求されれば標準 TTL といった具合に選べ

見本

〈表1-1(b)〉

パラメータ	高速 TTL	ショットキー TTL	ECL (CML)
基本ゲートの回路	<p>NAND</p>	<p>NAND</p>	<p>OR/NOR</p>
電源電圧	$V_{CC} = 5V \pm 5\%$	$V_{CC} = 5V \pm 5\%$	$V_{EE} = -5.2V \pm 10\%$
消費電力 (1ゲート当たり)	22 mW	内容 購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください 内容 http://shop.cqpub.co.jp/hanba00665/52121.htm 購入方法 http://www.cqpub.co.jp/order.htm	
ファンアウト	10	10	10~25
伝達特性			
伝達時間	6nS		1~4 nS
雑音余裕度	0.4V		
雑音発生	高	高	低
出力インピーダンス	高レベル 10Ω 低レベル $R_{(sat)}$	$R_{(sat)}$	6~15Ω
フリップフロップの動作周波数	~60MHz	~100MHz	~500MHz
機能当たりの価格	中	中	高
ファミリ数と代表品種	やはり Texas 社がオリジナルで SN74H00 シリーズとして ゲート 約21品種 フリップフロップ 約11品種 MSI 約2品種 が揃っている。 国内では日立、三菱が製品化している	ショットキーTTLは高速ロジックで Texas 社が SN74S00 シリーズとして次の種類が揃っている。 ゲート 約18品種 フリップフロップ 約5品種 MSI 約21品種 国内では三菱 M5S000P シリーズ 日立 HD74S00 シリーズなどがある。	Mot 社が多く品種を持ち、 MECL1000 シリーズ 約60品種 MECLIII シリーズ 約30品種 が発売されている。 国内では日立が製品化している。

よいわけです。

これらのファミリの特性を表1-1 に示します。特に現在最も普及しているのは TTL で、品種の系列が豊富であり、安価という特質があります。また、新しいファミリとしては C-MOS があります。このロジックは低消費電力をセールス・ポイントとしており、TTL の一部が C-

見本

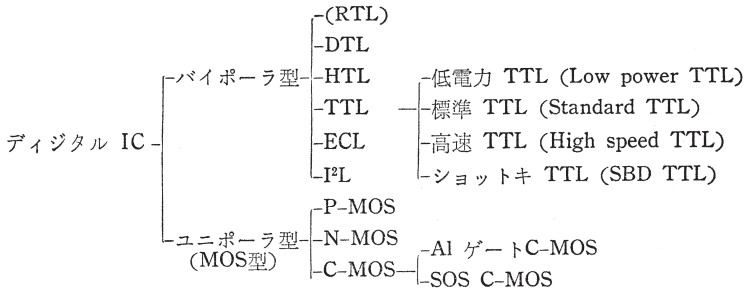
〈表1-1(C)〉

デジタルIC パラメータ	I ² L	P-MOS	C-MOS
基本ゲートの回路			
電源電圧	0.8V以上	$V_{DD} = 2.4V \pm 10\%$	$V_{DD} = 3 \sim 16V$
消費電力 (1ゲート当たり)	1~10 μ W	0.10mW	10 μ W
ファンアウト		20	50以上
伝達特性			
伝達時間	$\approx 100nS$	300nS	70nS
雑音余裕度	—	$\approx 1 \sim 2V$	$\approx 0.3 \times V_{DD}$
雑音発生	—	中	低中
出カインピーダンス	高レベル — 低レベル —	$\approx 2k\Omega$ $\approx 25k\Omega$	500~3k Ω 500~3k Ω
フリップフロップの動作周波数	数MHz	$\sim 2MHz$	$\sim 5MHz$
機能当たりの価	—	中	中高
ファミリ数と代表品種	現在のところ標準品としてはまだ販売されていないが、今後のデジタルICとして注目されている。特に、低電圧、低消費電力を要求される機器に最適といわれている。消費電力が少ないことからバイポーラLSIが可能となる。	当初標準品として販売されていたが、最近では専用IC、LSIが主体で、一般産業用としてはあまり販売されていない。しかし、マイクロコンピュータ用LSIや、メモリIC (RAM,ROM)あるいは汎用クロックLSIとして販売されている。	RCA社 CD4000シリーズ MOT社 MC14500シリーズ 東芝 TC5000シリーズ 沖 MM500シリーズ }など がオリジナルICとして開発されており、LSIも含めて品種が充実されつつある。今後、LSIも含めてますます普及するものと思われる。

MOS に代わるといわれているものです。そして TTL ではむずかしい LSI が作れるといった特長を持ち、産業用では、RCA, Motorola, 東芝などが標準品種を揃えています。

さらに、バイポーラ型では I²L (Integrated Injection Logic) が最近注目されているロジックで、現在の所はまだ商品化されていませんが、特に低消費電力、低電圧動作という点から、

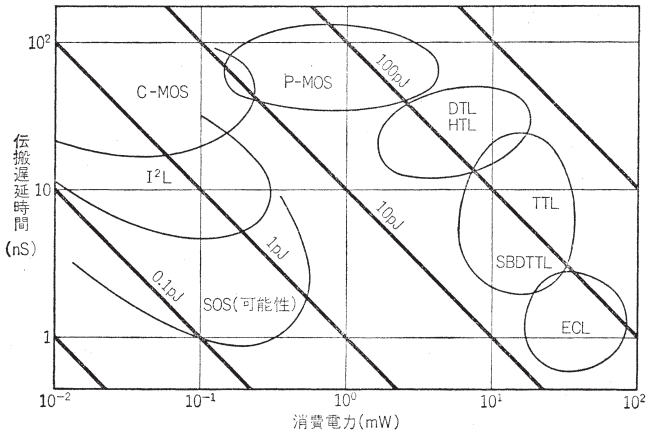
見本



このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路ハンドブック 2[オンデマンド版]」の一部見本です。
 バイポーラ LSI の実現も近いといえそうです。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。
<http://shop.cqpub.co.jp/panhai/books/52/52121.htm>
<http://www.cqpub.co.jp/order.htm>
 これらのロジックの性能を見る場合、伝搬遅延時間と消費電力の平面に表わす
 ことがあります。図1-1はこれを示します。図に示すように、C-MOS、I²Lなどは消費電力が
 小さいという特長があり、伝搬スピードの点から見れば ECL がすぐれていることがわかりま
 す。将来は I²L や SOS (Silicon on Sapphire)による IC が有力となるでしょう。

〈図1-1 デジタル IC の伝搬遅延時間と消費電力分布〉



ICはその集積度に応じて SSI, MSI, LSI に分類できますが、TTL は SSI と MSI が主
 体となり、LSI のように規模が大きくなると自己消費電力が大きくなり、発熱が大きく、そ
 のため熱放散がむずかしいというパッケージの問題があるため、ほとんど商品化されていま
 せん。これに対し、MOS 型は伝達スピードが遅い欠点はありますが、消費電力が小さいため
 TTLのような問題はなく、SSI から LSI まで作ることができるわけです。今後専用 IC とし
 て LSI 化が進むものと思われます。

現在多く使用されているデジタル IC としては、産業用では TTL、電卓や時計などは専用 LSI が使われています。専用 LSI は一般に Customer 規格が多く、一般にはあまり発表されていないようです。

標準 IC では、TTL が Texas Instrument 社の SN7400 シリーズ、ECL は Motorola 社の MECLIII, MECL10000 シリーズが有名です。また、C-MOS は RCA 社の CD4000 シリーズと Motorola 社の MC14500 シリーズがあり、C-MOS については巻末に品種一覧と互換表を示しておきます。

なお、本書のデジタル IC はできるだけオリジナル品種の名称を使用します。

このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路ハンドブック 2[オンデマンド版]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。
内容 http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/52121.htm
http://www.cqpub.co.jp/order.htm

デジタル IC のカタログ・データの**見方**

デジタル IC を正しく使用するためには、カタログ・データをよく理解する必要があります。デジタル IC も一般の半導体素子と同じように最大定格と電気的特性がありますが、これらの定格を充分満足する状態で使用するのが、誤動作や破壊を生じることなく、高い信頼性で使うための条件といえます。

デジタル IC の特性を知るために必要な項目は次のとおりです。

- (1) 論理機能
- (2) 最大定格（温度、電圧、電流など）
- (3) 電気的特性（論理レベル、雑音余裕度、スイッチング時間など）
- (4) 外囲器

これらの項目のうち、それぞれのカatalog・データの見方を、下記に述べます。

(1) 論理機能

一般にデジタル IC を使う場合は、カタログ・データから、表題の機能を調べる必要があります。たとえば、代表的な TTL について掲げると、

SN7400 Quad 2-input positive NAND gate

SN7490 Decade counter

SN74193 Presettable up-down 4 bit binary counter

SN7447 BCD to seven segment decoder/driver

といった機能が記載されています。

最初の SN7400 は正論理で、2入力の NAND ゲートが1パッケージに四つ入ったものを示しています。また、SN7490 は10進カウンタであり、SN74193 は2進4ビットでプリセット

見本

が可能なアップ/ダウン・カウンタであることがわかります。

このような基本的な機能はわかりませんが、実際に使用することになるとわかりにくい点が多くあります。ゲートのように簡単な IC では問題ありませんが、MSI から LSI になると機能的な説明があまり詳しくなく、理解に苦しむことが少なくありません。

基本機能がわかり、さらに詳しく知りたいときは、論理図と真理値表、あるいはタイミング・チャートがその役目をはたしてくれます。図 1-2 は代表的な TTL MSI の論理図と真理値表を示します。SN7447 は BCD 信号を 7 セグメント表示器を表示させるための信号に変換し、同時に直接ドライブできるもので、入力端子として A, B, C, D の BCD 信号入力と LT, RBI があり、これによって出力 a ~ g のレベルが決定されるのです。

真理値表は入力信号の状態と、その状態に依る出力の状態を表わし、この中で、たとえば、 $A=B=C=“0”$ 、 $D=“1”$ で $LT=“1”$ とすると、a ~ g のすべてが “0” となり、表示器（たとえば、LED 数字表示）の各セグメントは点灯し 8 を示すことになります。

この程度の規模では論理図が書いてありますので、詳しくは論理図だけでもわかりますが、LSI になると図 1-2 の接続図だけが表示されていることがあります。このようなときは真理値表やタイミング・チャートだけが頼みの綱ということになります。

図 1-3 は TTL MSI のカウンタの例です。接続図において BORROW と CARRY, STROBE に○印が付いていますが、これは “0” active の記号で、この端子を “0” にするか、あるいは “0” になったとき所定の機能を果たすことを示しています。たとえば、STROBE は通常 “1” にしておけばそのままカウントしますが、“0” にすると $A_{IN} \sim D_{IN}$ のデータが $A_{OUT} \sim D_{OUT}$ にプリセットされるわけです。したがって○印のない端子は “1” レベルで active になります。

一般には図 1-3 のような動作説明が付いていないこともありますが、このようなときはタイミング・チャートや真理値表で機能を理解することができます。

(2) 最大定格

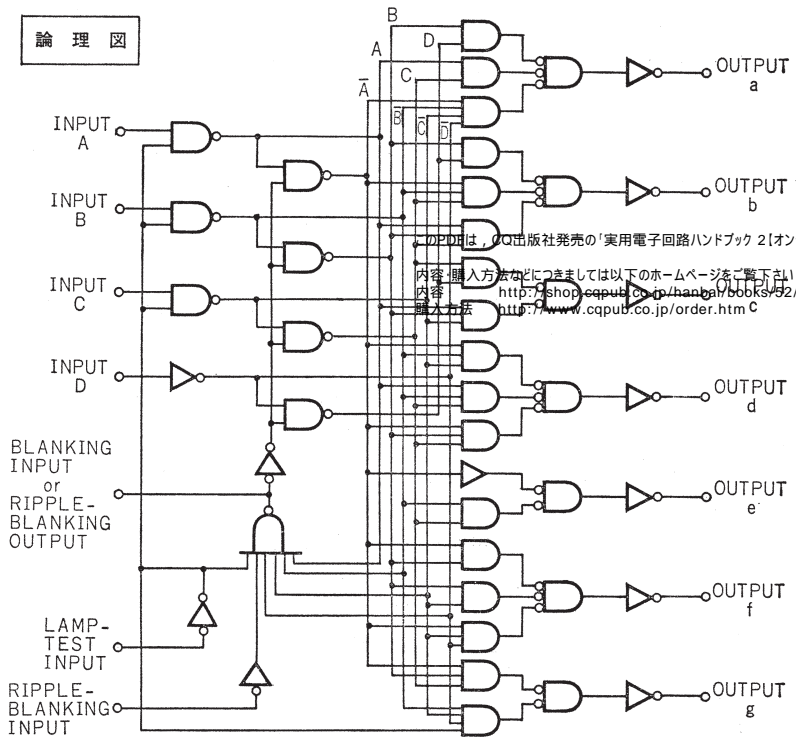
デジタル IC の最大定格は、トランジスタやダイオードの定格とちょっと違った意味を持っています。というのは、トランジスタやダイオードのように、使用条件が任意ではなく、すでに決定されているため許容損失特性などはありません。

図 1-4 は TTL の最大定格例を示したもので、それぞれの意味を同時に示しました。最大定格は IC の動作とは関係がなく、あくまでも IC の信頼性を IC 製造メーカーが保証するために定められたもので、これらの定格を瞬時たりとも越えてはならないとしています。

そして、最大定格とは別に推奨動作条件が発表されており、この動作条件で動作させるのが

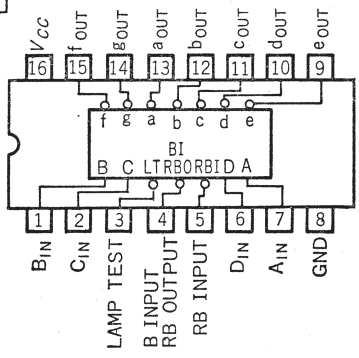
見本

〈図1-2 代表的な TTL MSI SN7447

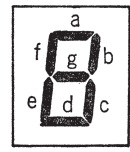


このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路ハンドブック 2[オンデマンド版]」の一部見本です。
 内容購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。
 内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbat/books/52/52121.htm>
 購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

接続図
(上面図)



7セグメント
表示記号



見本

の論理図と真理値表

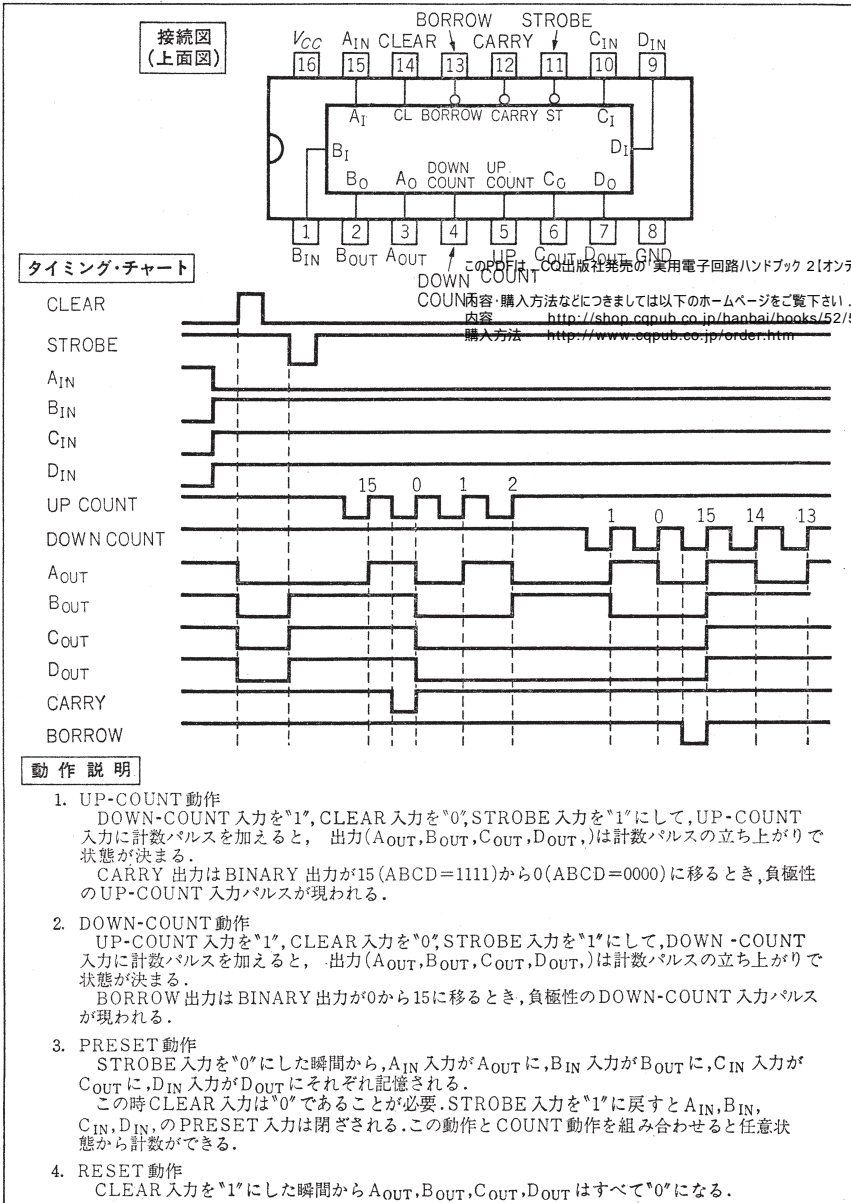
真理値表															
機能	入 力						出 力							NOTE	
	LT	RBI	D	C	B	A	BI/RBO	a	b	c	d	e	f		g
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	×	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
2	1	×	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
3	1	×	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	
4	1	×	0	1	0	0	このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路/01」のPDFファイルの一部見本です。	0	0	0	0	0	0	0	
5	1	×	0	1	0	1	このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路/01」のPDFファイルの一部見本です。	0	1	0	0	1	1	0	
6	1	×	0	1	1	0	このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路/01」のPDFファイルの一部見本です。	0	1	0	0	1	1	0	
7	1	×	0	1	1	1	このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路/01」のPDFファイルの一部見本です。	0	0	0	0	1	1	1	
8	1	×	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	×	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	
10	1	×	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	
11	1	×	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	
12	1	×	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	
13	1	×	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
14	1	×	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	
15	1	×	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
BI	×	×	×	×	×	×	0	1	1	1	1	1	1	1	2
RBI	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	3
LT	0	×	×	×	×	×	1	0	0	0	0	0	0	0	4

動作説明

- BI/RBOはワイヤードORが可能で、BIはBLANKING INPUT, RBOはRIPPLE-BLANKING OUTPUT. セブン・セグメント表示器をドライブする場合、この端子はオープンまたは論理"1"にする。
真理値表からわかるように、10進数の0を表示する場合RBI入力端子は開放、または論理"1"にする。
×記号は論理"1"でも"0"でもよい。
- BI入力端子を論理"0"にすると、全セグメントの出力は他の入力端子に関係なく論理"1"になる。
- RIPPLE-BLANKING INPUT (RBI)と、データ入力端子(A, B, C, D) に論理"0"を加えると全セグメント出力端子は、論理"1"になり、RBO出力端子は論理"0"になる。
- BI/RBO端子に、論理"1"とLAMP-TEST INPUT (LT)に論理"0"を加えると全セグメントの出力は論理"0"になる。

見本

〈図1-3 TTL MSI SN74193 のカウンタ例〉



このPDFは、CO出版社発行の「実用電子回路ハンドブック 2[オンデマンド版]」の一部見本です。
 内容購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。
<http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/52121.htm>
 購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

ISBN978-4-7898-5212-8

C3055 ¥3600E

CQ出版社

定価：本体3,600円（税別）



9784789852128



1923055036000

読者のみなさまへ

復刻版「エレクトロニクス実務シリーズ」につきまして

●小社は1964年の雑誌「トランジスタ技術」創刊以来、半導体ならびにエレクトロニクスの応用技術に関する書籍を多く発行してまいりました。しかしながら過去においては、限られた印刷技術により、相応の部数を確保できないと見なした書籍につきまして、採算面の都合から重版を行わず、「重版未定」といたしました。

●近年になってデータのデジタル化および印刷技術の進歩により、少部数での印刷・製本がある程度可能となりました。オンデマンド印刷と呼ばれております。

●一方、ご存知のようにエレクトロニクス技術の進歩は著しく、「トランジスタ技術」創刊のころ主流であったトランジスタやICによるアナログ回路技術、デジタル回路技術は、マイコンの登場以来、ブラックボックス化したり、抽象化して扱う傾向が多くなりました。扱うシステム規模が大きくなってきた所以でもあります。結果、近年の読者の方には、エレクトロニクス創生の頃にあったアナログ回路やデジタル回路技術などの詳細を説明する書籍がたいへん少なくなり、説明不足のお叱りを受けるケースもございました。

●以上のことから、過去多くの好評をいただいた書籍の中から、現代においても十分有用と思われる記事を収録しました書籍に関してのみ、このたび原著作者の許諾を得て、復刻版として発行することいたしました。みなさまにご活用いただけると幸いです。

このPDFは、CQ出版社発売の「実用電子回路ハンドブック 2[オンデマンド版]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/52/52121.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>

……………この本はオンデマンド印刷技術で復刻しました……………

本書は、過去に小社が発行・販売いたしました書籍を光学式スキャナで読み取り、デジタル化したのち、オンデマンド印刷技術によって復刻版として用意したものです。諸々の事情により、一般書籍としての刊行時とは装丁や価格が異なり、印刷が必ずしも明瞭でなかったり、左右頁にズレが生じていることがあります。また、一般書籍最終版を概ねそのまま再現していることから、記載事項や文章に現代とは異なる表現が含まれている場合があります。事情ご賢察のうえ、ご了承くださいませようお願い申し上げます。

見本