

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

μPD74HC シリーズの静電耐圧とラッチアップ耐量について

1. まえがき

高速 CMOS 標準ロジック IC μPD74HC シリーズは、従来の LSTTL に比べ、低消費電力、広動作温度範囲、高ノイズ・マージンという利点を持ち、LSTTL からの切り替えも進んでいます。しかし、バイポーラ IC から CMOS IC への切り替えにより、静電気やラッチアップによる破壊にますます関心が高まってきました。当社では、この点に留意した設計を進めており、μPD74HC シリーズでは、静電耐圧、ラッチ・アップ耐量とも実用上十分な水準に達しています。以下 μPD74HC シリーズの静電耐圧と、ラッチ・アップ耐量について説明します。

2. 静電耐圧について

図 1 に示した構造を持つ μPD4000/4500B シリーズに比べ、μPD74HC シリーズは、図 2 に示すような構造でゲート酸化膜の薄膜化とシリコン・ゲートの採用により、高速化がはかられています。また、入力保護回路は、図 3 に示す等価回路のようになっており、ポリシリコン抵抗の挿入と、保護ダイオード D₁、D₂ のサージ耐量改善等により、静電耐圧が向上しています。

図 1 アルミ・ゲート CMOS デバイス構造断面図 (μPD4000B シリーズ)

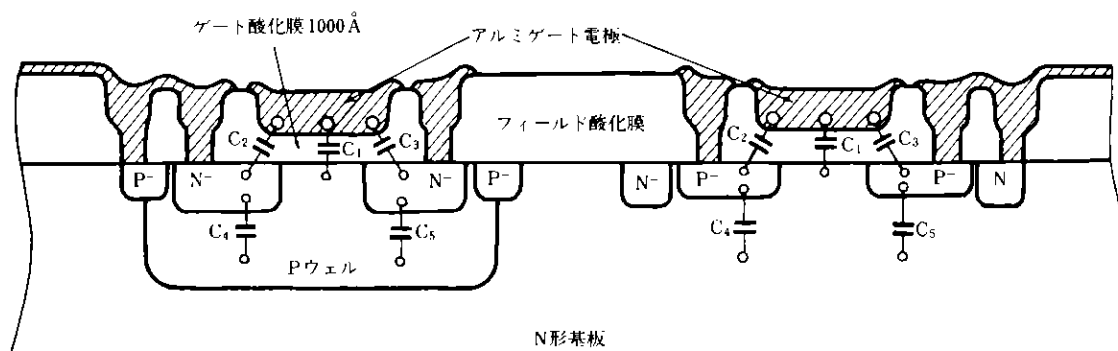


図 2 シリコン・ゲート CMOS デバイス構造断面図 (μPD74HC シリーズ)

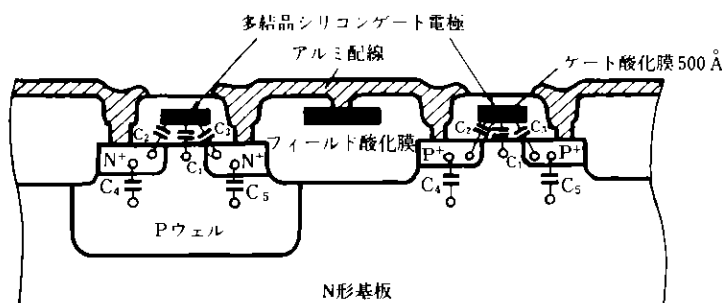
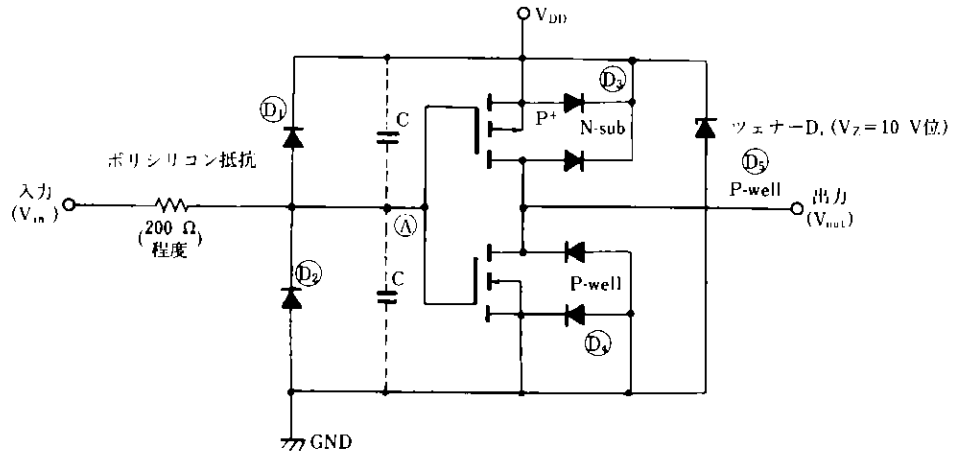


図3 μ PD74HCシリーズ等価回路 (μ PD74HCU04C)



また、従来CMOS ICは、バイポーラ ICにくらべ静電気に弱いとされてきました。たとえばLSTTLでは、図4に示すような等価回路となっており、各所にPN接合が形成され、CMOS ICのようにゲート酸化膜が存在しないため、静電気によるダメージは小さいと考えられてきました。しかし、静電耐量向上に留意したCMOS ロジック ICでは、高い静電耐圧を持たせることが可能となってきました。LSTTLとの静電耐圧例の比較を表1に示します。

図4 LSTTLの等価回路

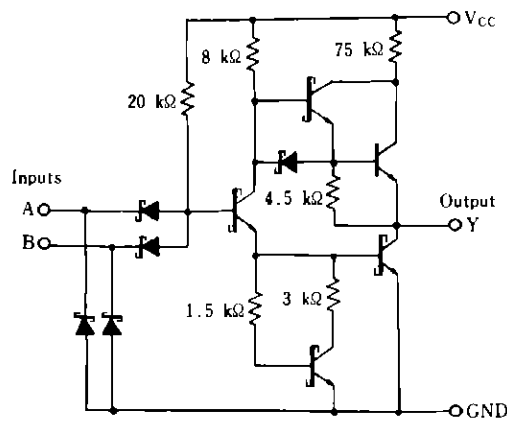


表1 バイポーラTTLとCMOS ICの静電耐圧例

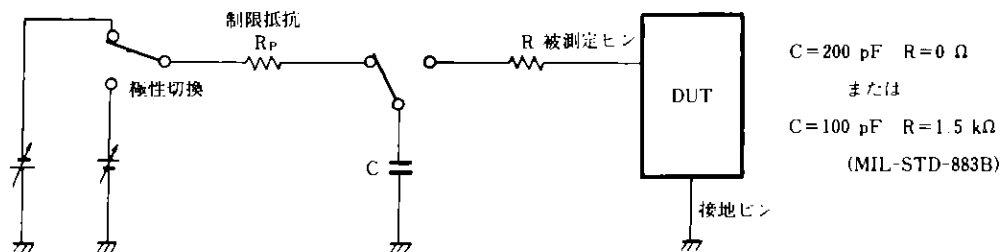
品 種	μ PB74LS00C	μ PD4011BC	μ PD74HC00C
耐 圧	250 V以上	300 V以上	400 V以上

200 pF 0.3回累積印加による(各ピン印加)

2.1 静電耐圧の評価法

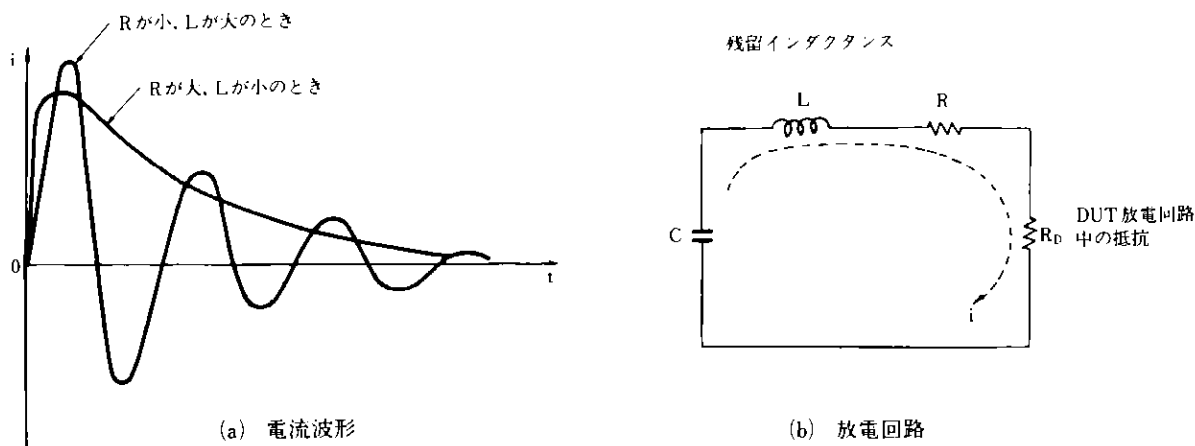
CMOS ICの静電耐圧評価法としては図5に示すように、コンデンサCに直流電圧を充電し、ICの端子間に数回繰り返して印加するコンデンサ・チャージ電圧印加法が一般的です。

図5 静電耐圧試験回路



このとき端子に印加される電流波形は、図6に示すように放電回路中の残留インダクタンス L と抵抗 R およびコンデンサ C により異なり、また破壊モードも異なります。 R が小さい場合は、アルミ配線やダイオードの焼損が多くなり、 R が大きい場合は、ゲート酸化膜の破壊や接合面破壊等が多くなります。一般的には、 $C=200\text{ pF}$ 、 $R=0\ \Omega$ または $C=100\text{ pF}$ 、 $R=1.5\text{ k}\Omega$ (MIL-STD-883B)の2通りがあります。当社では $R=200\text{ pF}$ 、 $R=0\ \Omega$ で評価を行っています。

図6 印加電流波形と放電回路



2.2 静電破壊の実際

静電破壊試験は、表2に示すような印加モードがあり、各モードにより静電耐圧に差異があります。表3は実際に $\mu\text{PD74HC00C}$ で各モードによる静電耐圧を示したものです。印加モードにより50~100 V程度差があることがわかります。

表2 静電耐圧電圧印加モード

印加モード	接地ピン	内 容
全組み合わせ	—	全ピン組み合わせ印加
全ピン順次	V _{DD}	1ピンずつ順次V _{DD} の間に正または負電圧を印加する。
	V _{SS}	1ピンずつ順次V _{SS} の間に正または負電圧を印加する。
各ピン	V _{DD}	被測定ピンとV _{DD} の間に正または負電圧を印加する。
	V _{SS}	被測定ピンとV _{SS} の間に正または負電圧を印加する。

表3 印加方法による静電耐圧のちがい(μPD74HC00C)

印加方法	接地ピン	印加極性	破壊電圧
全組み合わせ	/	+	250 V
		-	300 V
全ピン順次	V _{DD}	+	250 V
		-	350 V
	V _{SS}	+	250 V
		-	350 V
各ピン (1つのピン のみ)	V _{DD}	+	350 V
		-	400 V
	V _{SS}	+	300 V
		-	400 V

試験条件：200 pF, 0 Ω 5回印加

図7は、μPD74HC00Cを各ピン印加により試験した結果です。入力ピンが一番弱く400 Vで破壊しています。この場合の破壊モードは、入力リーク電流不良、静消費電流不良、入力オープンなどで、保護ダイオードまたは、アルミ配線の焼損等が考えられます。出力ピンは、入力ピンより100 V以上静電耐圧が高くなっています。出力ピンの破壊モードは、論理不良または、静消費電流不良などで、出力保護ダイオードの破壊、アルミ配線の焼損等が考えられます。

表4に各品種の代表として、μPD74HC04C(ゲート)、HC74C(フリップフロップ)、HC191C(カウンタ)、HC240C(バッファ)の静電耐圧例を示します。いずれも250 V以上の静電耐圧があります(全ピン順次印加)。

图7 μ PD74HC00 静电耐压测定例 (C=200 pF R=0 Ω 5回印加)

● 破壊
○ 破壊せず

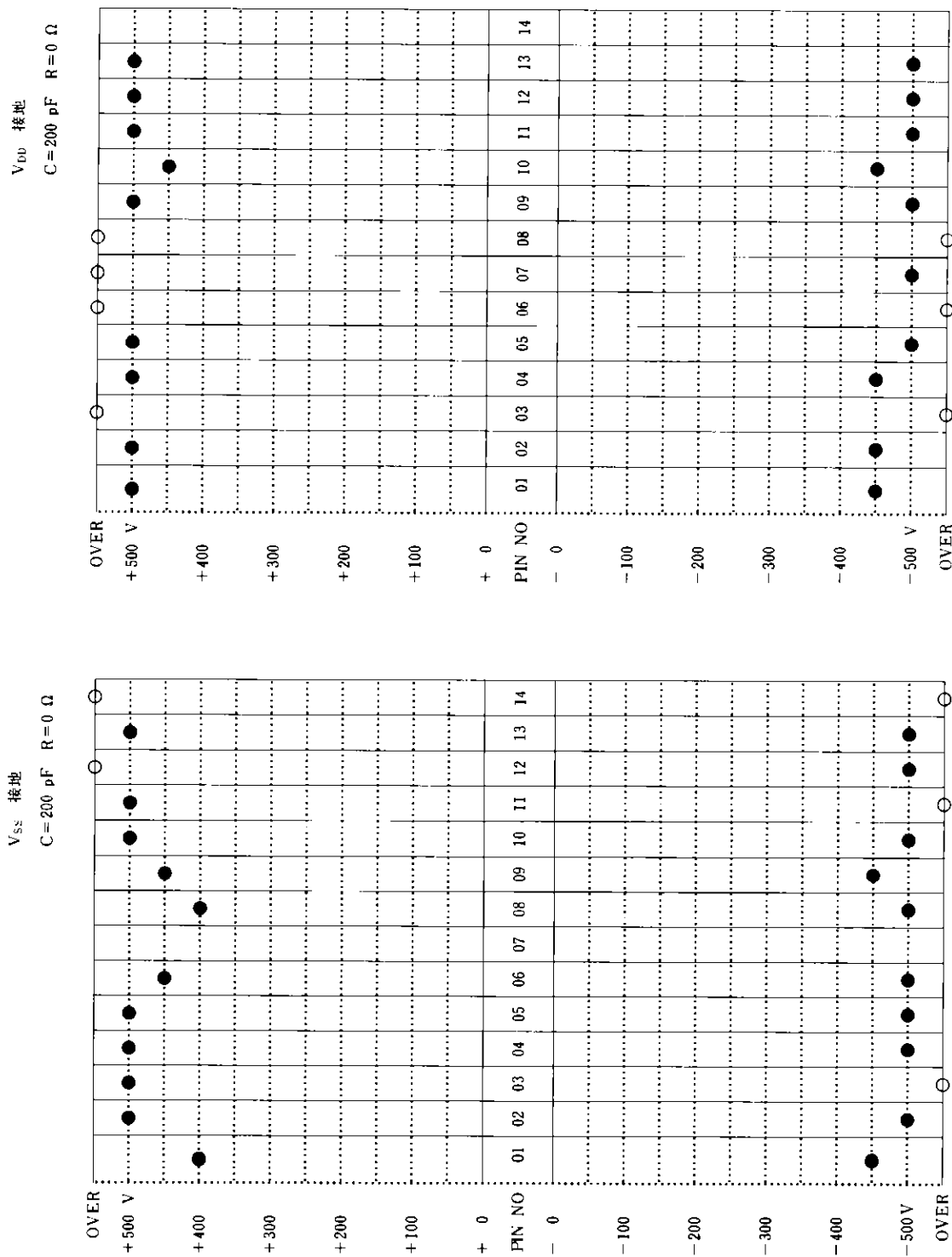


表4 μ PD74HCシリーズ静電耐圧*(全ピン順次印加 200 pF 0 Ω)

接地ピン	極性	μ PD74HC04C	μ PD74HC74C	μ PD74HC191C	μ PD74HC240C
V_{DD}	+	300 V	300 V	350 V以上	350 V以上
	-	350 V以上	300 V以上	350 V以上	350 V
V_{SS}	+	300 V	300 V	350 V	350 V
	-	350 V以上	300 V以上	350 V	350 V

* 破壊電圧を示す。

3. ラッチ・アップについて

CMOS ICは構造上、寄生トランジスタにより、サイリスタを形成しています(図8, 9)。図8の Tr_1 , Tr_3 , Tr_4 , Tr_5 のいずれかがONするような電流が流入すると、ラッチ・アップが発生します。ラッチ・アップが発生すると、 $V_{DD}-V_{SS}$ 間に大電流が流れ続けるため、(電源をオフにするまで) V_{DD} または V_{SS} のアルミ配線が焼損したり、ボンディング・ワイヤが溶断等を起こします。したがって、破壊部分とラッチ・アップの発生箇所は一致しないことになります。

図8 CMOSインバータの構造と寄生トランジスタ

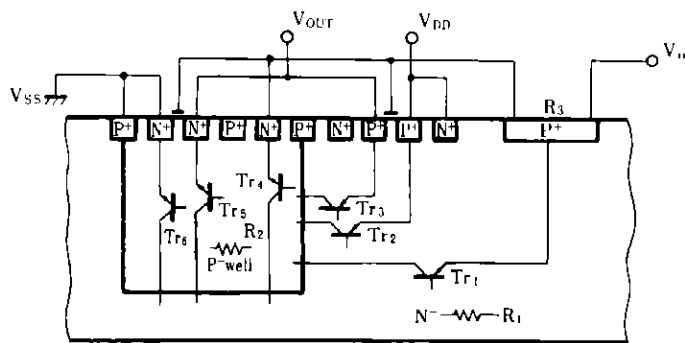
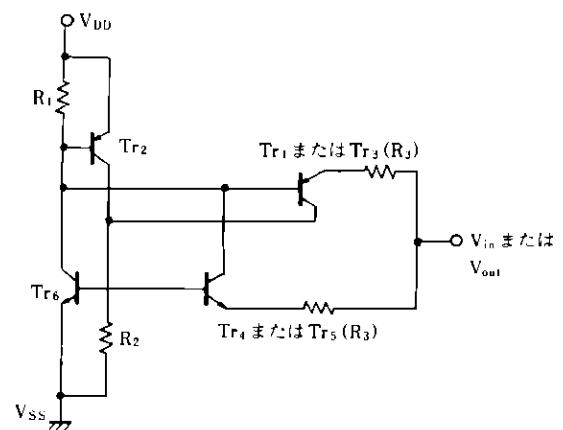
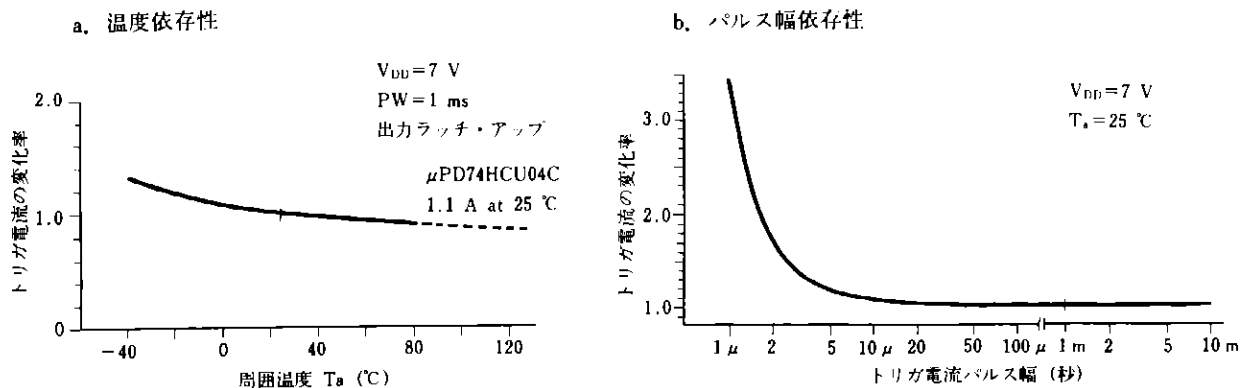


図9 寄生トランジスタによる回路



ラッチ・アップのトリガ電流は図10(a), (b)に示すように、温度依存性とパルス幅依存性があります。高温ほどトリガ電流は小さくなります。またパルス幅が短い場合は、トリガ電流が大きくなるため、短い幅のノイズではラッチ・アップは起こしにくくなります。

図10 ラッチ・アップ耐量の依存性 ($\mu\text{PD74HCU04C}$)



ラッチ・アップはCMOS ICの入出力端子または V_{DD} , V_{SS} 端子に V_{DD} 以上または V_{SS} 以下の電圧が印加されたとき、図11に示すように、保護ダイオードだけでなく、チップ下層に流入して、寄生トランジスタをONさせるためです。このとき Tr_6 , Tr_2 の電流増幅率 α の和が1以下なら、ラッチ・アップには至りません。

図11 ラッチ・アップ現象の実際 ($V_{in} > V_{DD}$ の場合)

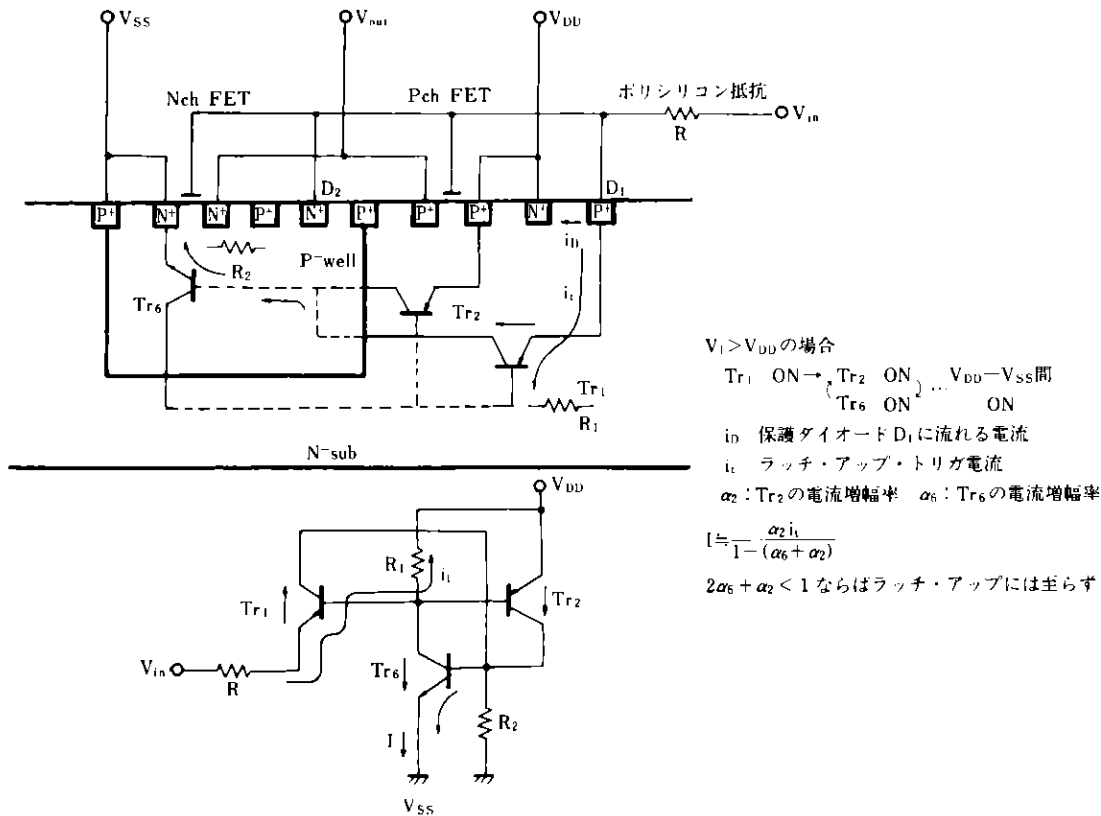
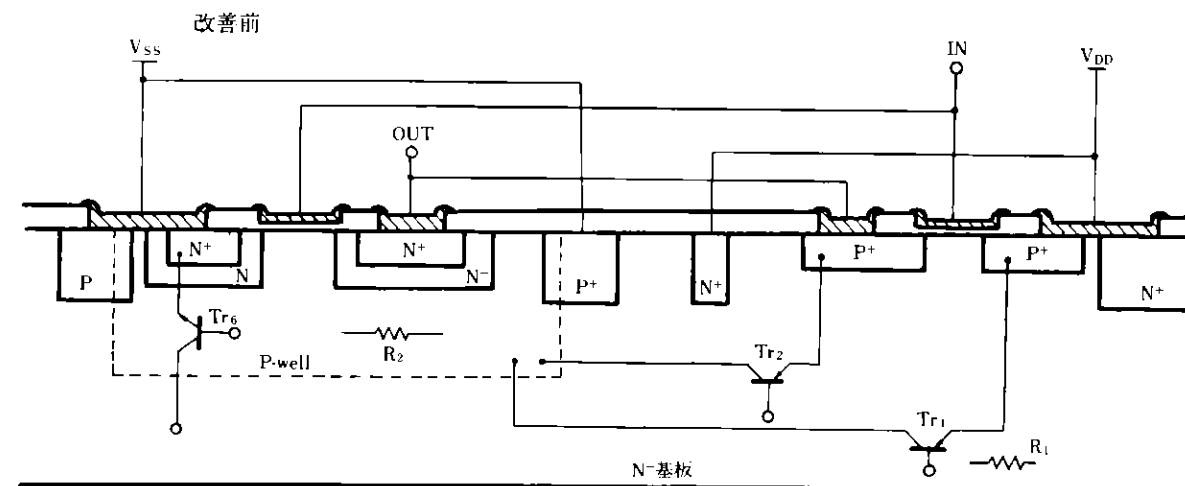
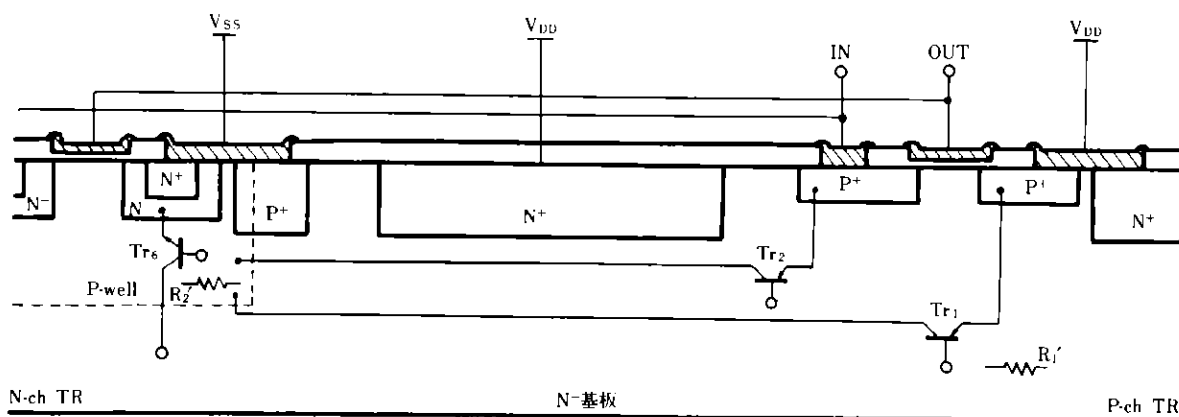


図12の対策例では、寄生トランジスタのベース層にあたるN層とPwellの間隔を広げることにより α を低下させ、ラッチ・アップ耐量を向上させています。 μ PD74HCU04Cの例では、レイアウト変更により、改善前ラッチ・アップ耐量が50 mAだったものが、1.1 Aと大幅に改善されています(1 A程度でボンディング・ワイヤが溶断します)。

図12 ラッチ・アップ耐量改善例



改善後 (PchとNch FETを離し Tr₁, Tr₂のベースを広げ α を低下させている)

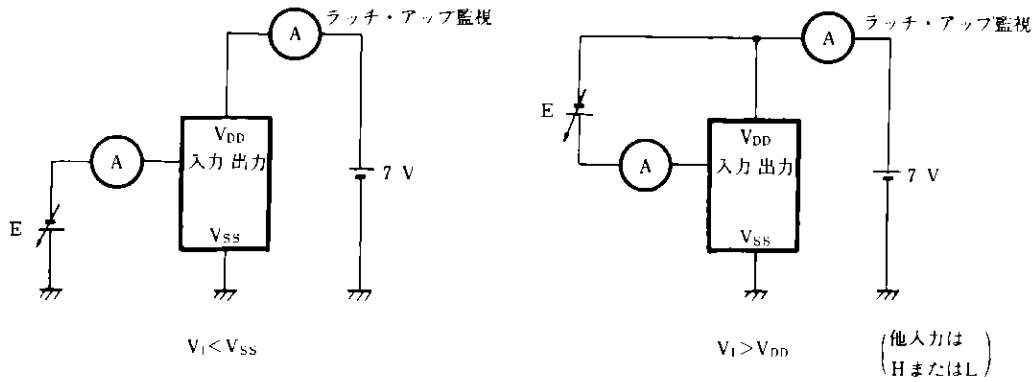


Al

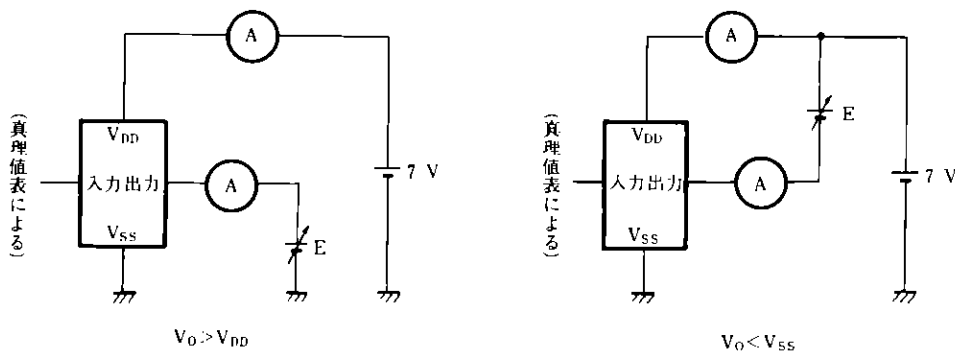
3.1 ラッチ・アップ耐量の評価法

CMOSデバイスのラッチ・アップ耐量評価法としては、現在2方式があり、静電耐圧試験法を流用したCチャージ電圧印加法と、パルス電流注入法があります。前者は、静電試験器が実験装置として使用できる利点がありますが、回路の接触抵抗や内部の保護ダイオードの特性上のばらつきのため、必ずしも同じトリアゲ電流が流れるとは限らないので、再現性の問題があります。後者は最もよく行われている方法で、再現性にもすぐれるので、当社ではこのパルス電流注入法(単に電流注入法ともいう)を用いています。

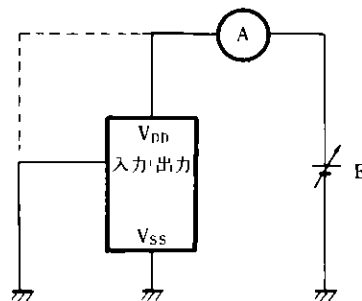
図13 ラッチ・アップ耐量測定回路（電流注入法）



(a) 入力ラッチ・アップ耐量測定回路

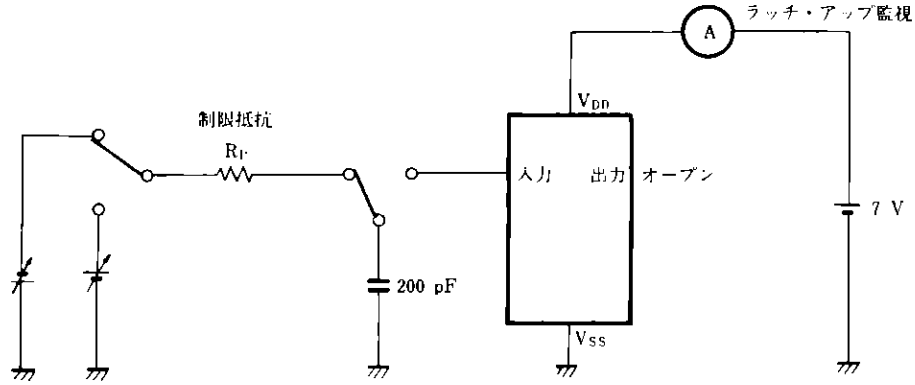


(b) 出力ラッチ・アップ耐量測定回路



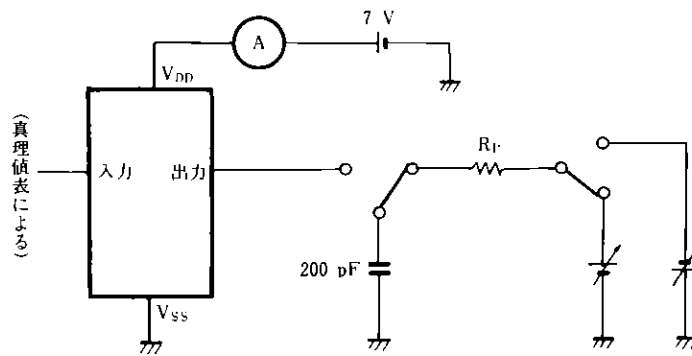
(c) 電源ラッチ・アップ耐量測定回路

図14 ラッチ・アップ耐量測定回路 (Cチャージ法)

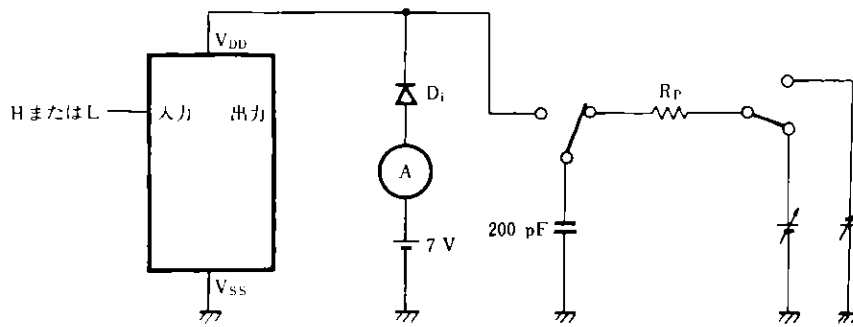


他入力ピンはV_{SS}またはV_{DD}へ

(a) 入力ラッチ・アップ耐量測定回路



(b) 出力ラッチ・アップ耐量測定回路



D_i : 電源への流入防止

(c) 電源ラッチ・アップ耐量測定回路

3.2 ラッチ・アップの実際

表5に μ PD74HC00C(ゲート)、HC74C(F/F)、HC191C(カウンタ)、HC240C(バッファ)を各品種の代表として示します。出力ピンはいずれも ± 300 mA以上あります。また入力ピンは、入力保護抵抗のため、測定は100 mAまでとしています。いずれも100 mA以上の耐量があります(これ以上電流を注入すると、保護抵抗が溶断します)。

表5 μ PD74HC シリーズラッチ・アップ耐量 (電流注入法)

印加ピン	極性	μ PD74HC00C	μ PD74HC74C	μ PD74HC191C	μ PD74HC240C
入 力	+	100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上
	-	100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上
出 力	+	300 mA以上	300 mA以上	300 mA以上	300 mA以上
	-	300 mA以上	300 mA以上	300 mA以上	300 mA以上
電 源		100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上	100 mA以上

ラッチ・アップ耐量は、実用上十分な水準に達しており、通常はラッチ・アップについて考慮する必要はありません。

本製品が外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等(または役務)に該当する場合には、日本国外に輸出する際に日本国政府の輸出許可が必要です。

NEC 日本電気株式会社

本社 東京都港区芝五丁目33番1号(日本電気本社ビル)〒108 東京(03)454-1111
 半導体第一、第二販売事業部 東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル)〒108 東京(03)456-6111
 関西支社半導体販売部 大阪府北区堂島浜一丁目2番6号(新大阪ビル)〒530 大阪(06)348-1461
 中部支社電子デバイス販売部 名古屋市中区栄四丁目15番32号(日建住生ビル)〒460 名古屋(052)262-3611

(技術お問い合わせ先)

半導体应用技术本部 川崎市幸区塚越二丁目484番地(川崎技術センター) 〒210 川崎(044)533-1111
 半導体市場開発本部第一应用技术部 東京都港区芝五丁目29番11号(日本電気住生ビル) 〒108 東京(03)456-6111
 半導体市場開発本部第二应用技术部 大阪府北区堂島浜一丁目2番6号(新大阪ビル) 〒530 大阪(06)348-1477

北海道支社札幌(011)231-0161
 東北支社仙台(022)261-5511
 東山支店山形(0249)23-5511
 いわき支店いわき(0246)21-5511
 新潟支店新潟(025)247-6101
 新潟支店新潟(0292)26-1717
 新潟支店新潟(0298)23-6161
 新潟支店新潟(045)324-5511
 群馬支店群馬(0273)26-1255
 宇都宮支店宇都宮(0286)21-2281
 長野支店長野(0262)35-1444
 長野支店長野(0263)35-1666
 上諏訪支店諏訪(0266)53-5350
 甲府支店甲府(0552)24-4141
 中川支店中川(0425)26-0911
 千代田支店千代田(0472)27-5441
 静岡支店静岡(0542)55-2211
 北原支店北原(0534)52-2711
 富山支店富山(0764)31-8461
 富山支店富山(082)247-4111
 富山支店富山(0862)25-4455
 富山支店富山(0878)22-4141
 富山支店富山(0899)45-4111
 富山支店富山(092)271-7700
 富山支店富山(093)541-2887