

[5] 各種電気的特性

5.1 消費電力

消費電力は静的消費電力と動作消費電力の和となります。

$$P_D = C_{PD} \cdot f_{IN} \cdot V_{CC}^2 + C_L \cdot f_{OUT} \cdot V_{CC}^2 + I_{CC} \cdot V_{CC}$$

C_{PD} : IC 内部の等価内部容量

C_L : 負荷容量

f_{IN} : 入力周波数

f_{OUT} : 出力周波数

CMOS ICの静的消費電流は入力がGND、または V_{CC} レベルに固定された状態では、かならずNチャネルFET、PチャネルFETのどちらか一方がオフし、常温ではnA以下の値となります。従って、静的消費電流は電源電圧にほぼ比例し、温度に関しては指数関数的に増加します。

CMOS ICの動作消費電流は出力バッファを含む回路内のゲートが反転する際に、ゲート出力に付加される各種容量を充電する、いわゆるスイッチング電流と、反転時にゲートを構成するPチャネルFETとNチャネルFETが過渡的に同時にオンすることによる貫通電流の和となります。

入力信号の立ち上がり、立ち下がり時間が小さい場合(数ns)、ゲートの貫通電流はスイッチング電流に比較し、通常無視して差し支えないため、動作消費電流はICの内部容量 C_{PD} および負荷容量 C_L の充放電電流が支配的となります。

ただし、水晶発振など特殊な応用の場合には貫通電流が支配的となり、 C_{PD} による計算は使用できません。

図5-1に消費電流と動作周波数特性を示します。きわめて高い周波数で動作させたとき、74VHCはTTLと同等の消費電流となります。しかし、実際のシステムにおいて、システム周波数で動作するのは、ごく一部となるため、全体としては消費電流を削減することができます。

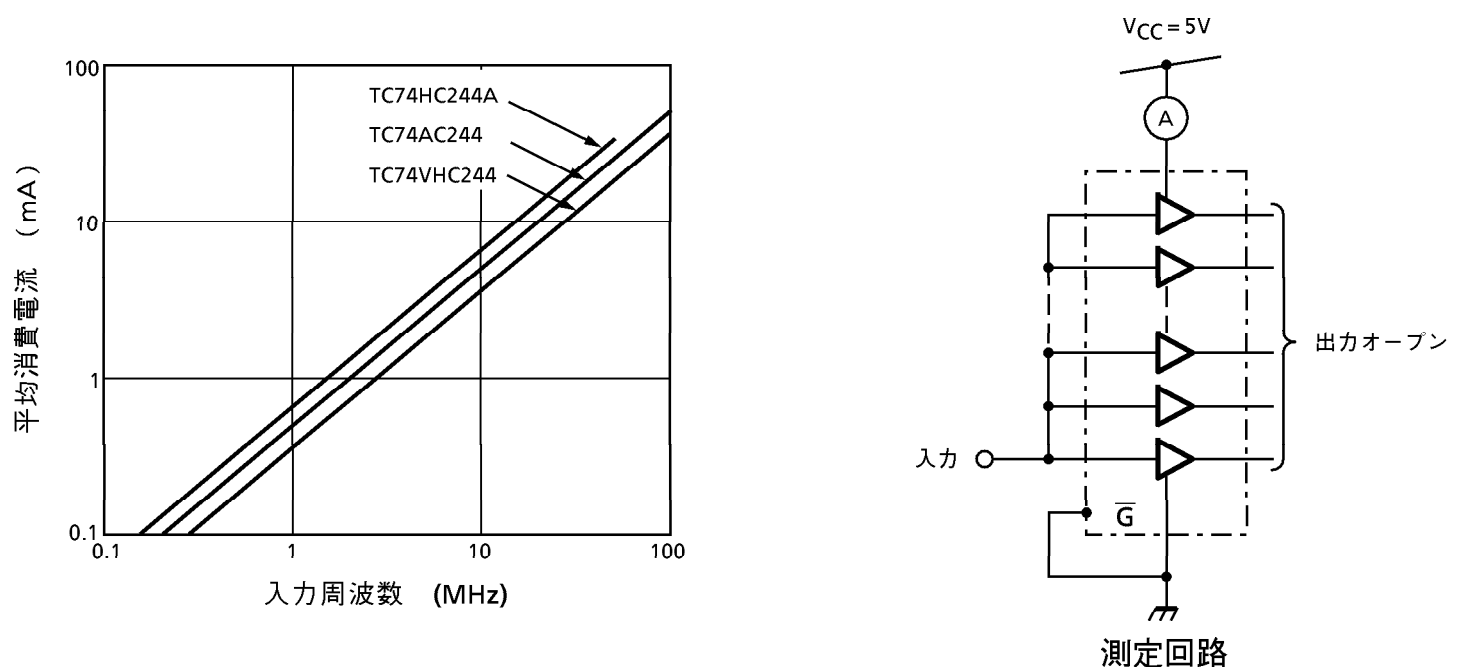


図5-1 入力周波数と平均消費電流

5.2 入力、出力回路

TC74VHCシリーズ、TC74VHCTシリーズでは入力パワーダウンプロテクション回路、TC74VHCTタイプについては出力パワーダウンプロテクション回路を採用し、インタフェース性能が向上しています。

ここでは、入力、出力等価回路とDC特性を示します。

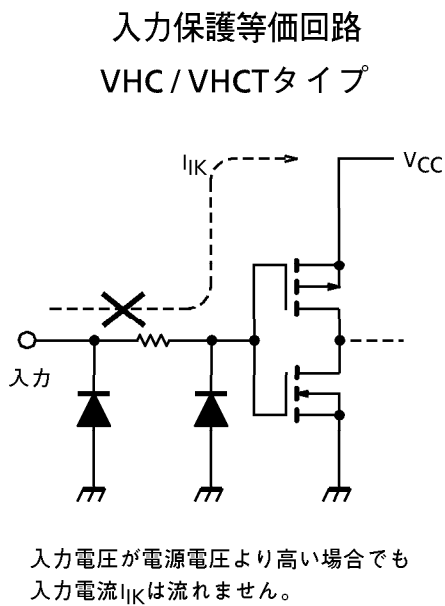


図5-2 入力保護等価回路

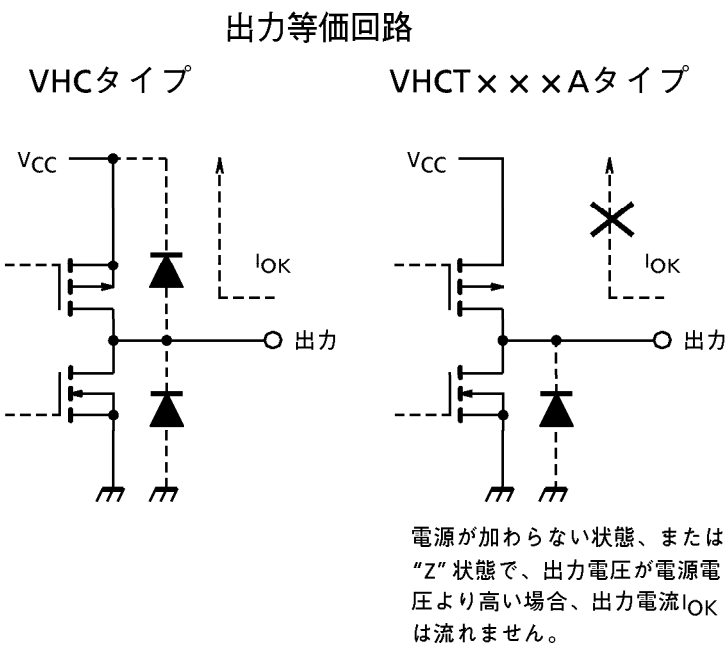


図5-3 出力等価回路

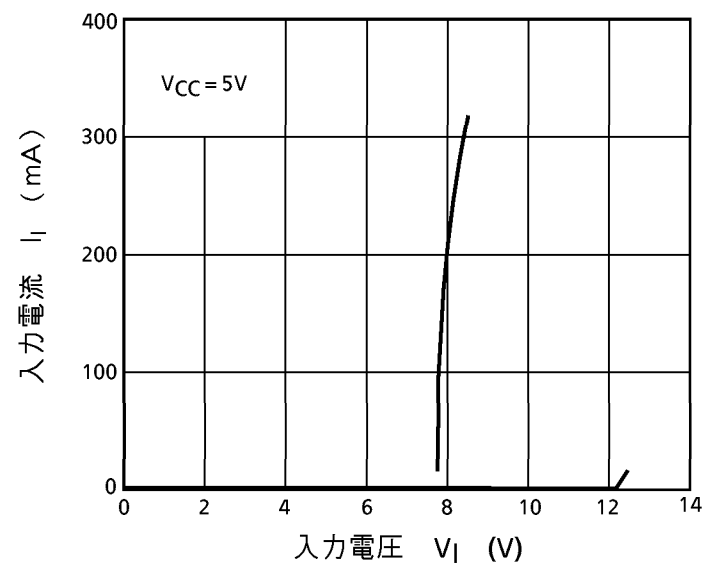


図5-4 入力特性 (VHC、VHCTタイプ)

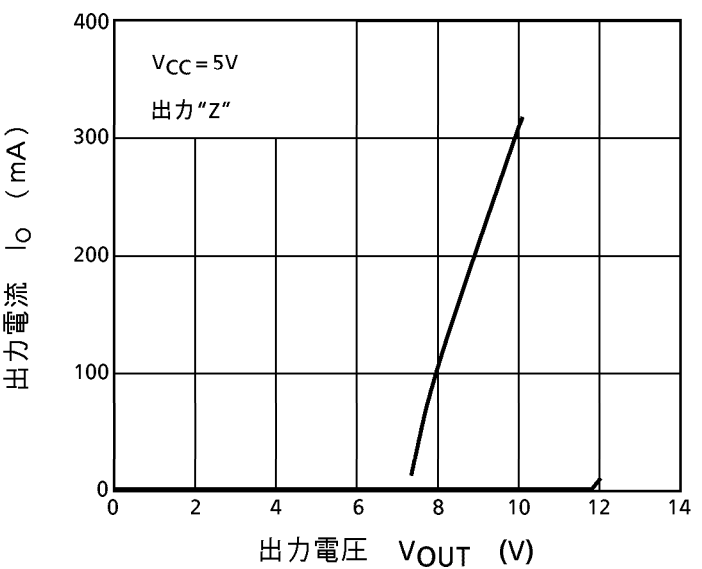


図5-5 出力特性 (VHCT×××A)

5.3 入力特性

5.3.1 入力簡易シュミット特性

TC74VHC/VHCTシリーズでは、一段インバータのVHCU04、シュミットVHC14、VHC132を除き、簡易シュミット入力となっています。これはダイナミック V_{IH} 、 V_{IL} 特性、スロー入力特性を向上させます。
ヒステリシス幅はTC74VHC/VHCT×××Aタイプで0.15V(標準値)となります。

5.3.2 最小パルス幅入力応答特性

図5-6に入力パルスピーク電圧対入力パルス幅特性を示します。

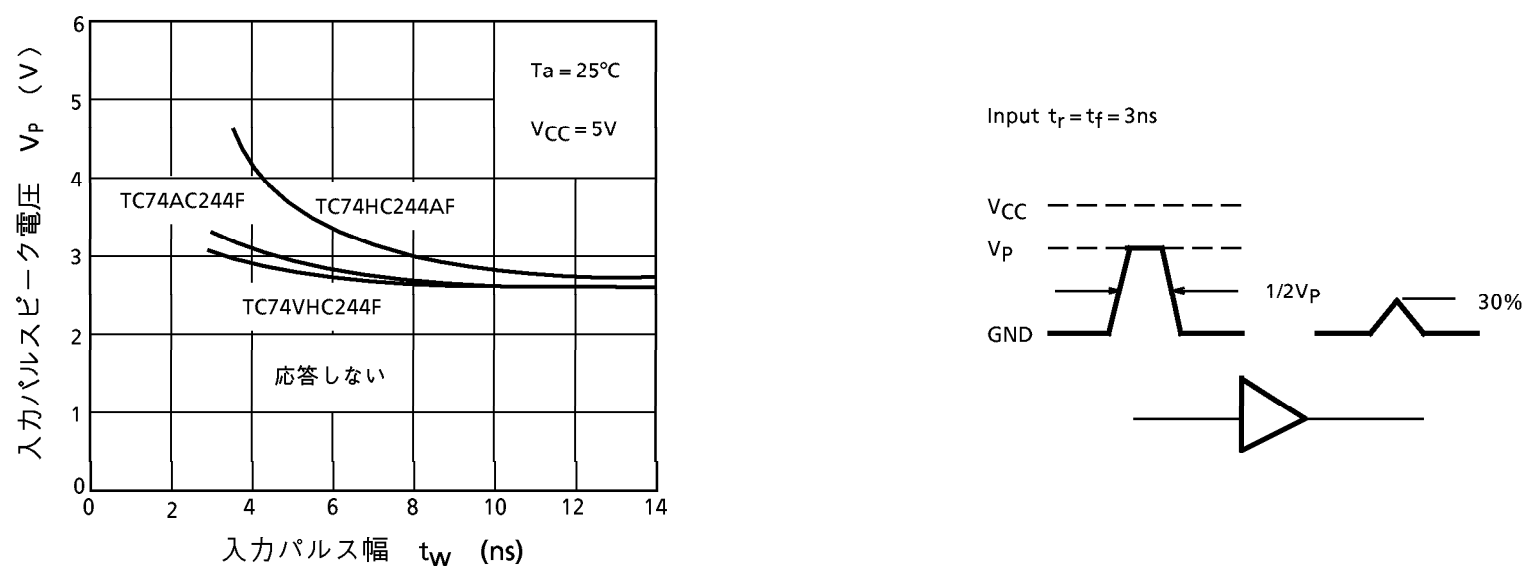


図5-6 最小パルス幅入力応答特性

5.4 出力電流特性

TC74VHC / VHCTシリーズは±8mAを保証し、TC74HCシリーズを上回る特性を保証しています。
図5-7はTC74VHC / VHCT×××Aタイプの電源電圧4.5V、図5-8はTC74VHCタイプの電源電圧3Vの出力電流特性です。

DC電流駆動回路を設計される場合には、破線を参照してください。

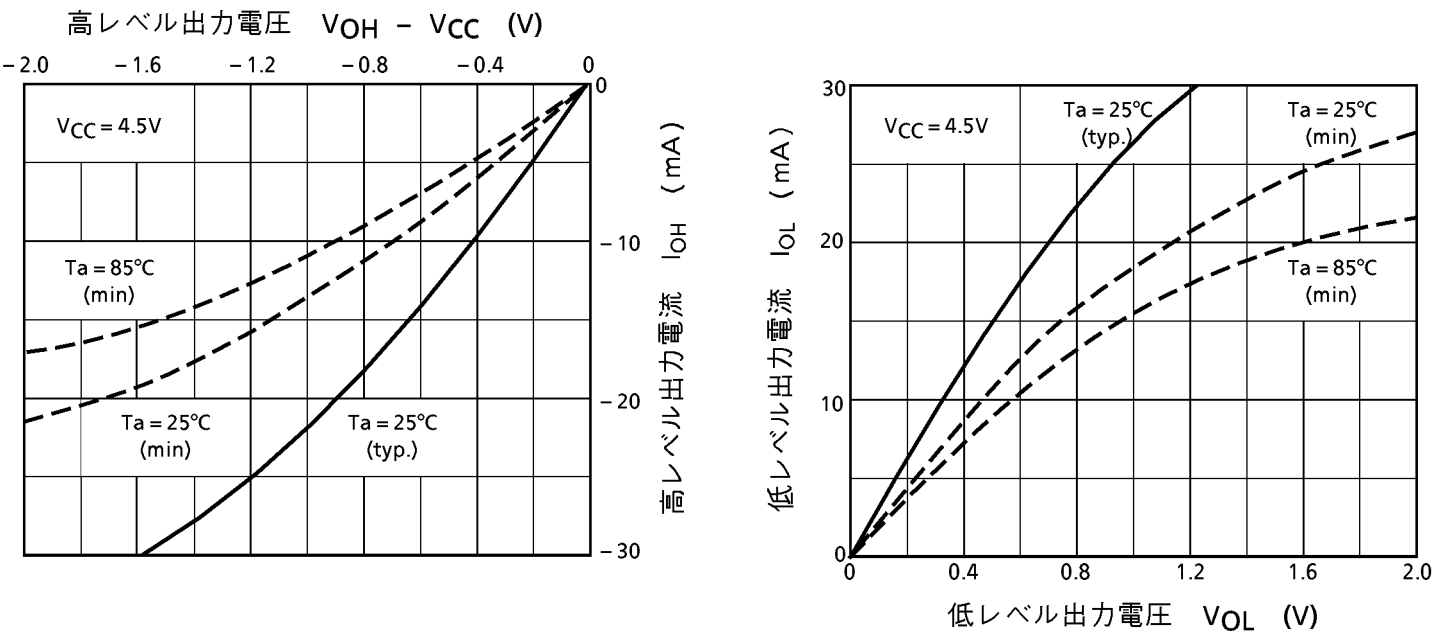


図5-7 出力電流特性 $V_{CC} = 4.5V$ (VHC, VHCT×××Aタイプ)

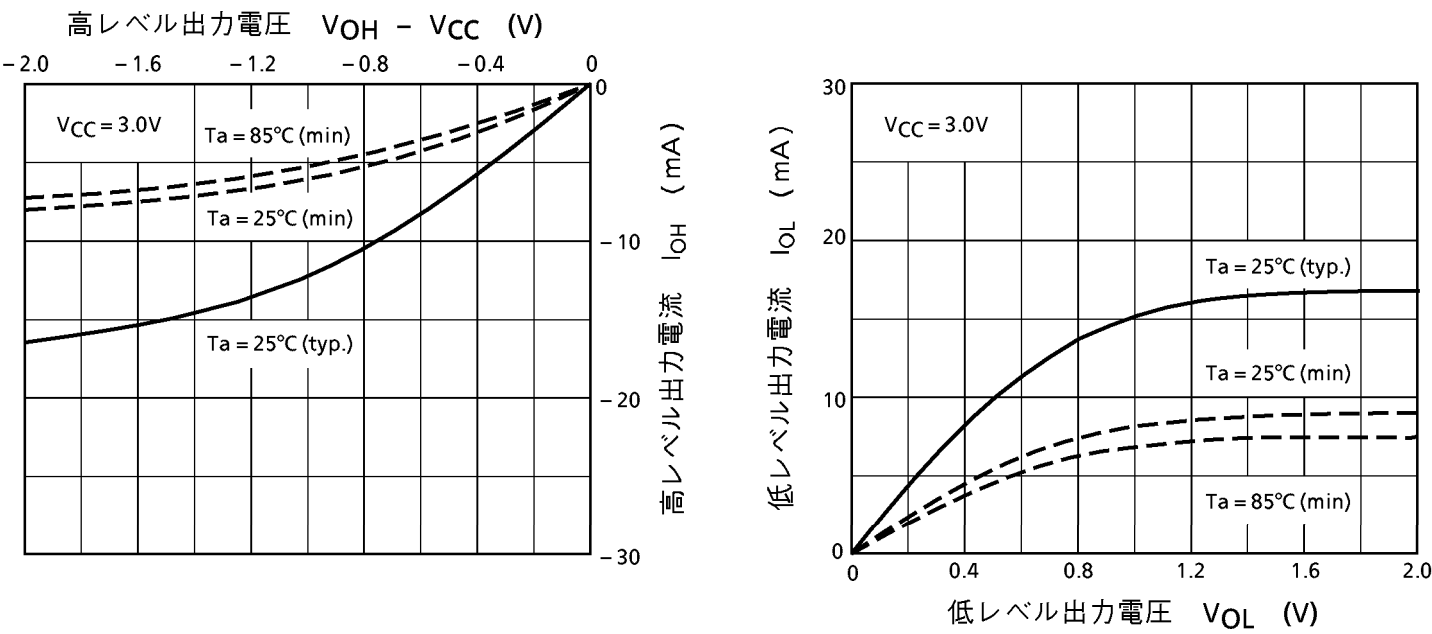
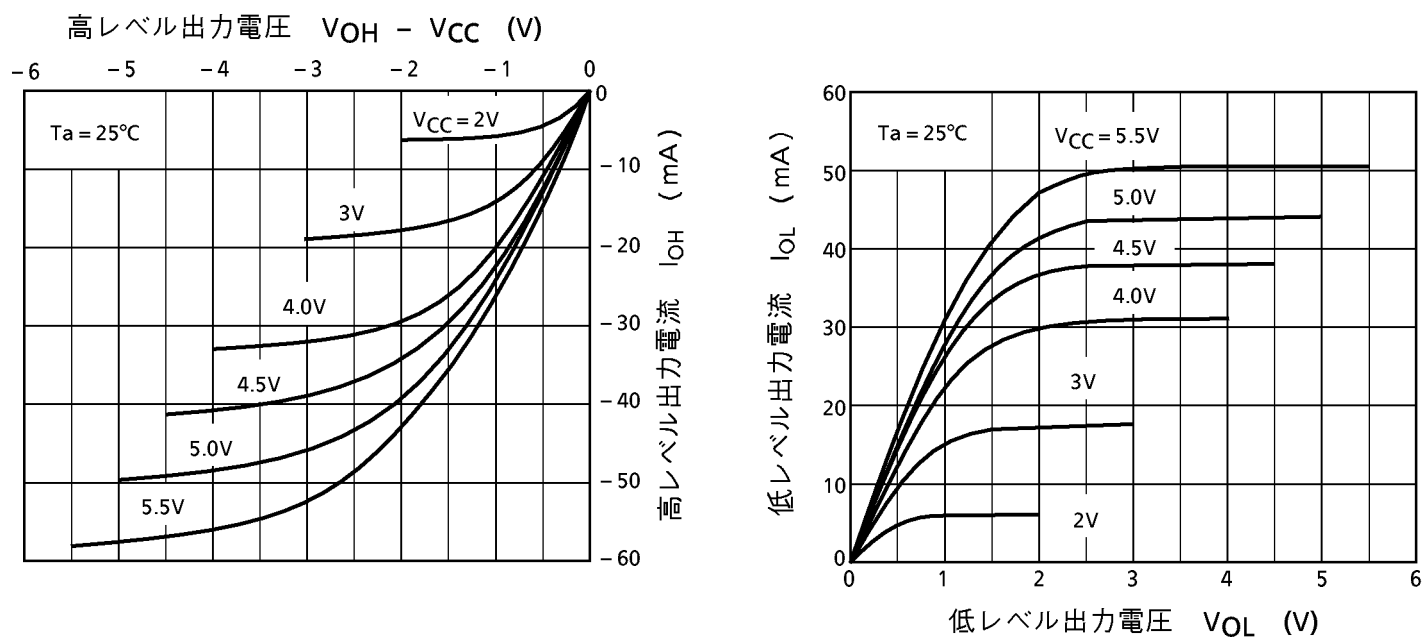
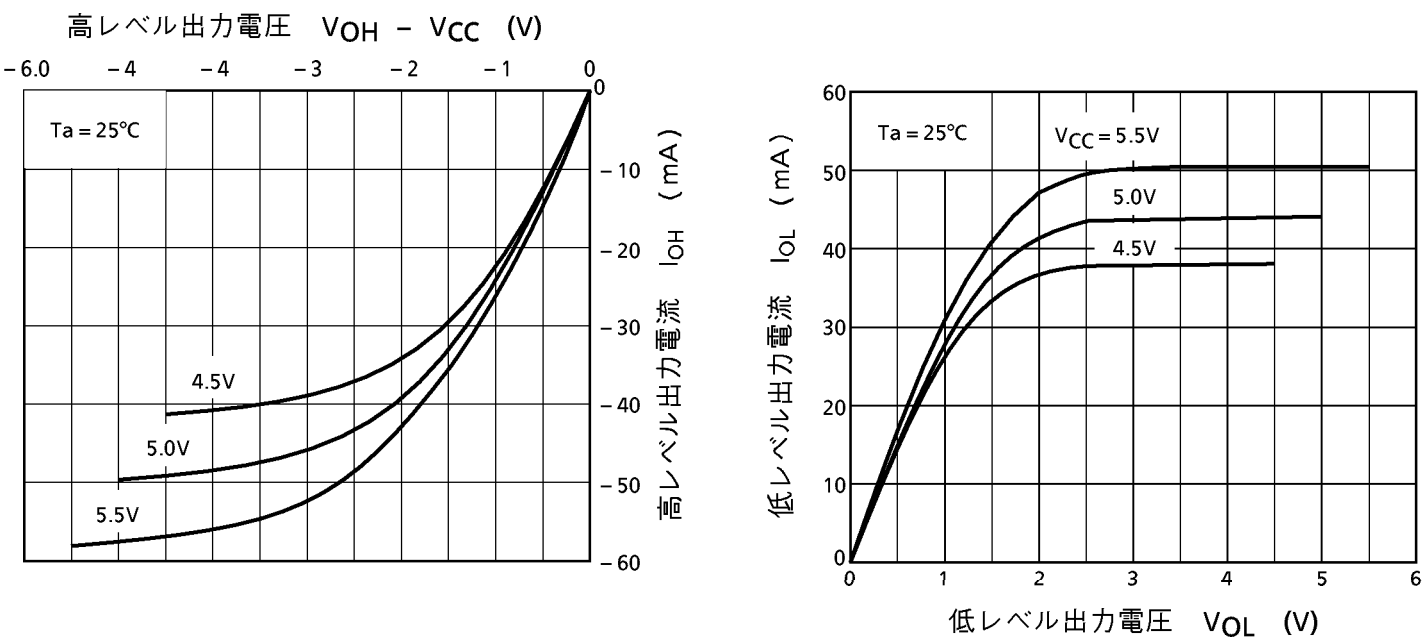


図5-8 出力電流特性 $V_{CC} = 3.0V$ (VHCタイプ)

図5-9に電源電圧における出力電流特性 (標準値) を示します。
低電圧時の出力電流のバラツキは大きくなりますので、注意してください。



VHCタイプ



VHCTXXXAタイプ
図5-9 標準出力電流特性

5.5 電気的特性 (AC特性)

5.5.1 負荷容量特性

TC74VHC / VHCTシリーズでは電源電圧 $V_{CC} = 3.3 \pm 0.3V$ と $5.0 \pm 0.5V$ のそれぞれに対し、15pFと50pFの負荷条件下でAC特性を保証しています (VHCTタイプは $5.0 \pm 0.5V$ のみ)。

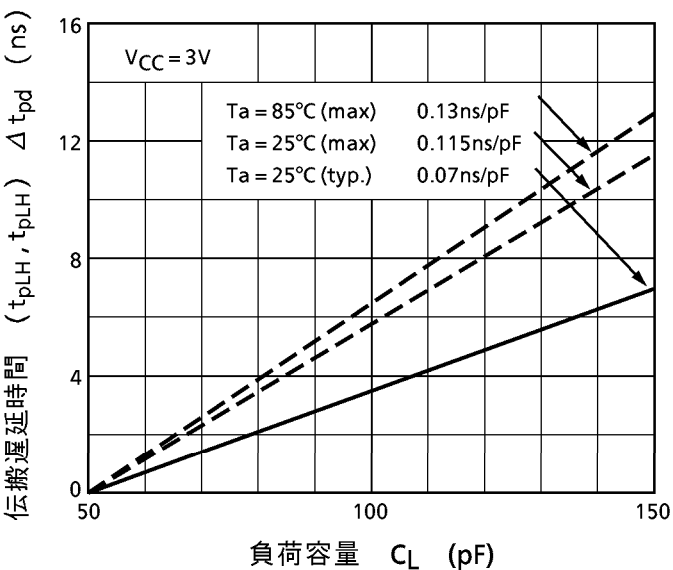
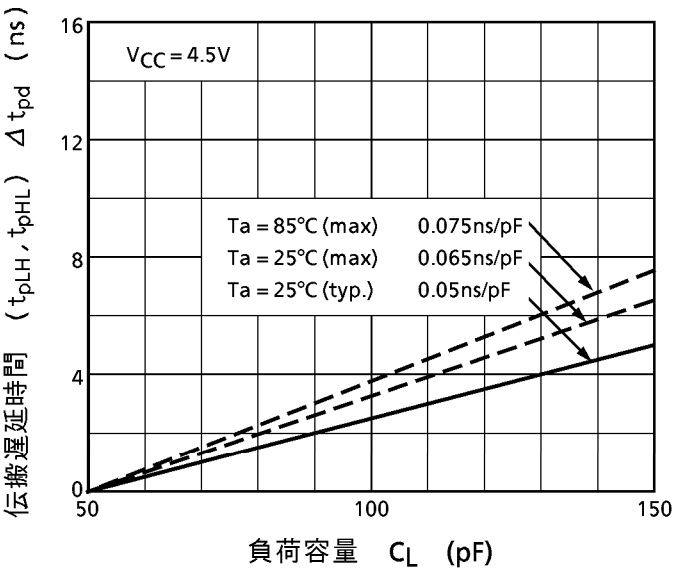
50pFを超える負荷容量時の伝搬遅延時間は下式となります。

$$t_{pd}(XpF) = A(XpF - 50pF) + t_{pd}(50pF)$$

A : 単位負荷容量当りの伝搬遅延時間の増加率 (ns / pF)

図5-10に電源電圧 $V_{CC} = 4.5V$ と $3V$ での50pFを超えたときの伝搬遅延時間の Δt_{pd} を示します。

設計する際には、バラツキますので、破線を参照してください(ただし、この値は設計上の目安であり、保証値ではありません)。



TC74VHC / VHCT × × × Aタイプ ($V_{CC} = 3V$ はVHCタイプのみ)

図5-10 Δt_{pd} の負荷容量特性

図5-11に電源電圧における伝搬遅延時間の $V_{CC}=4.5V$ を1としたときの相対値(標準値)を示します。また、図5-12に出力上昇、下降時間 t_{TLH} 、 t_{THL} (標準値)を示します(いずれもVHCタイプ)。低電圧時には、そのバラツキは大きくなりますので、注意してください。

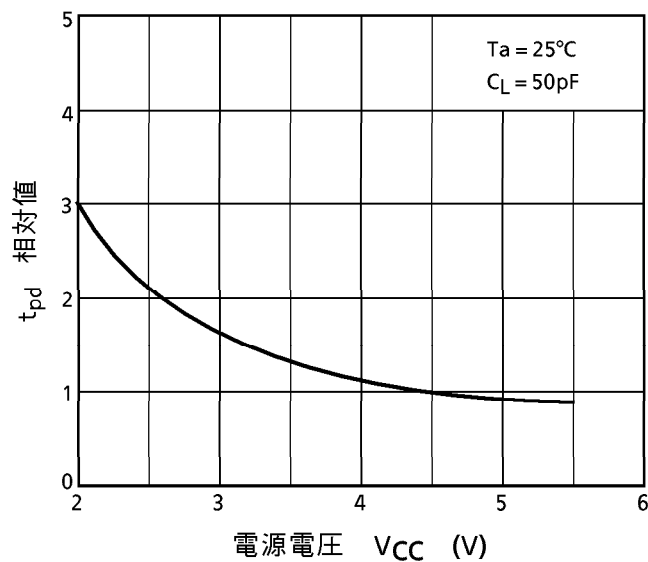


図5-11 伝搬遅延時間の電源電圧特性 (標準値)

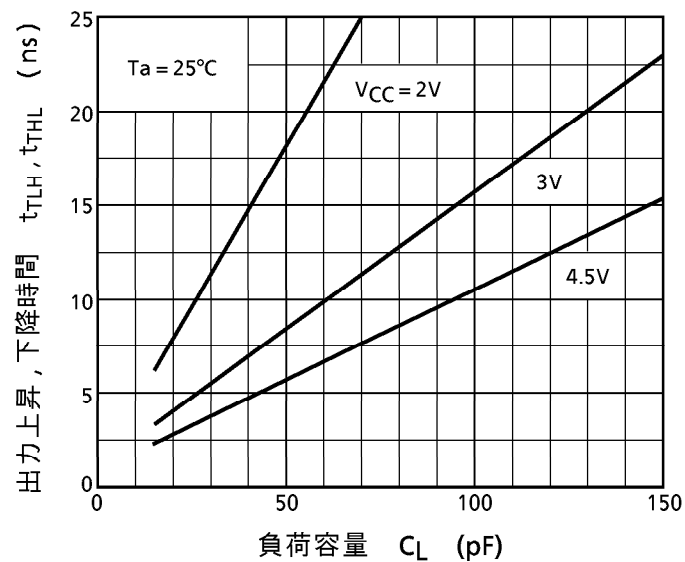


図5-12 出力上昇、下降時間の負荷容量特性 (標準値)

5.5.2 出力ピン間スキュー特性

TC74VHC/VHCTシリーズではバス製品につき、出力ピン間スキュー t_{OSLH} 、 t_{OSHL} を規格化しています。この値は設計上保証される項目であり、共通規格として $V_{CC}=5\pm0.5V$ のとき1.0ns、 $V_{CC}=3.3\pm0.3V$ のとき1.5nsとなります。

代表品種のスキュー特性を表5-1に示します。

表5-1 出力ピン間スキュー特性 (標準値)
 $T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5V$, $C_L = 50\text{pF}$

	t_{OSLH}	t_{OSHL}	単 位
TC74VHC244	0.3	0.2	ns
TC74VHC245	0.3	0.2	
TC74VHC541	0.2	0.2	
TC74VHC373	0.4	0.4	

5.6 ノイズ特性

TC74VHC / VHCTシリーズでは高速スイッチングが原因の各種ノイズを規格しています。このノイズは、複数出力が同時にスイッチングしたときにIC内部の共通電源、共通GND線に流れるスイッチング電流により、これら電源線、GND線の電位が変動することにより発生します。

図5-13にこれらノイズの発生モデルと、その影響を示します。

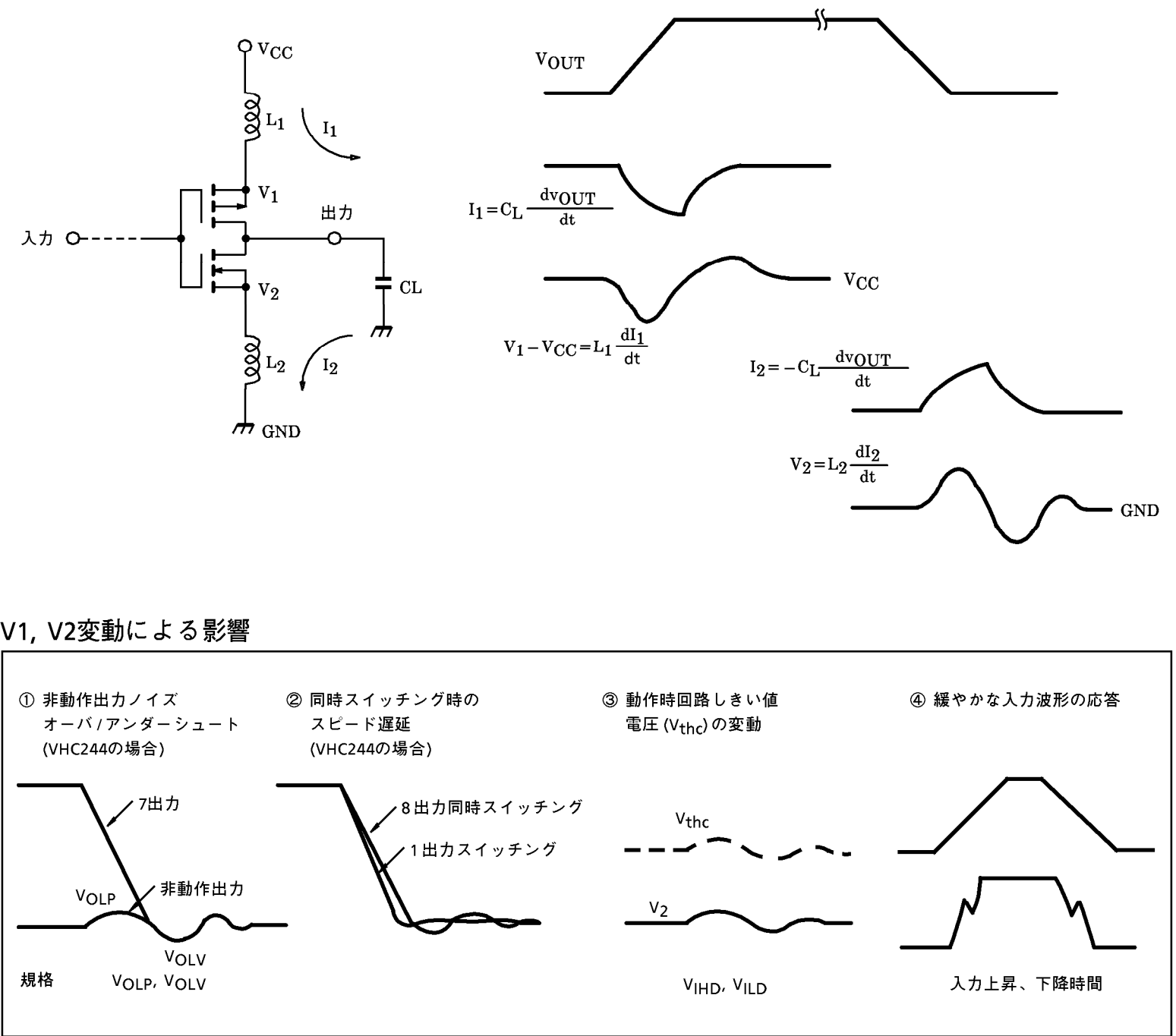
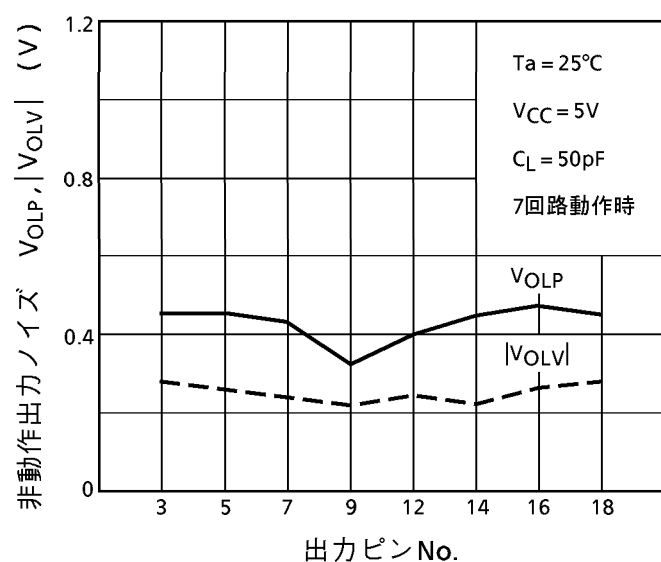
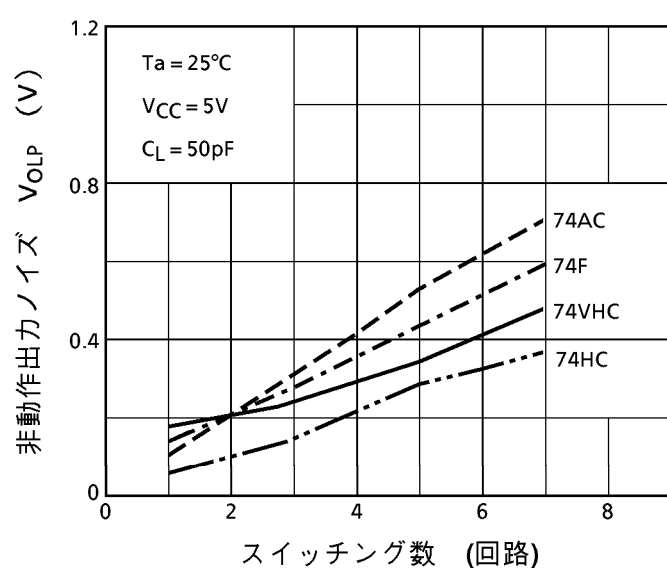
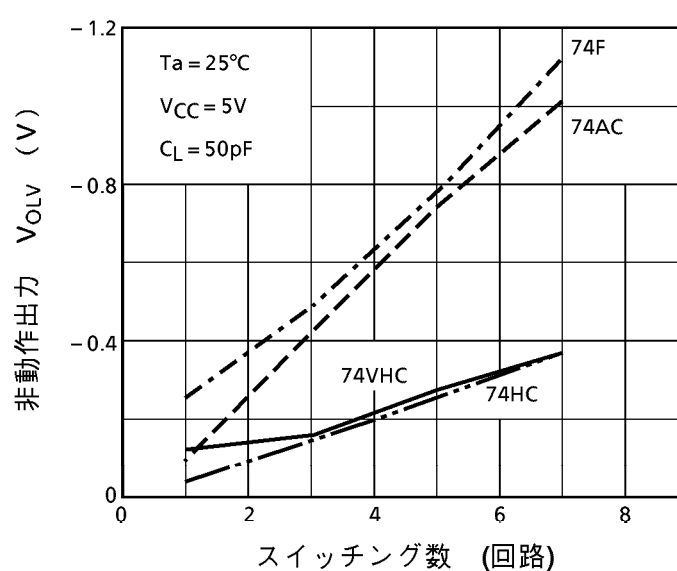
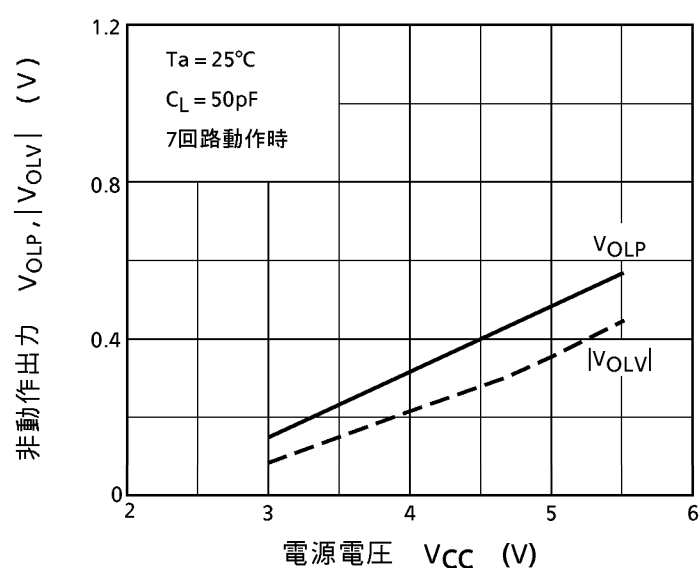
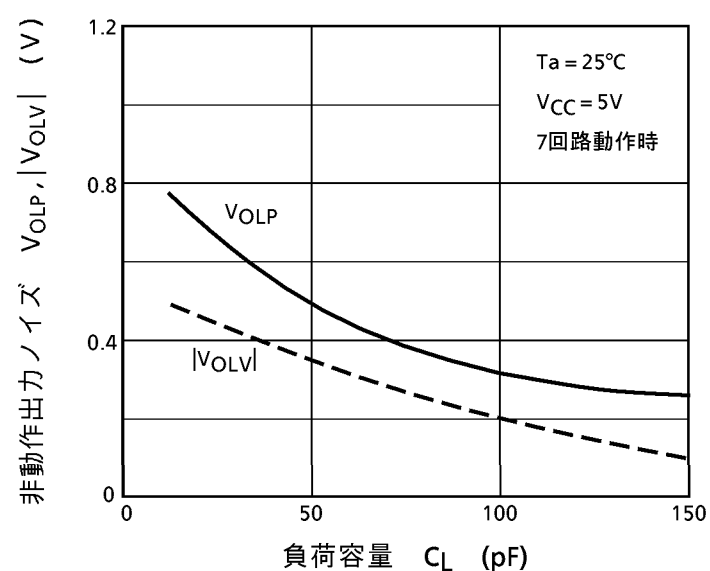
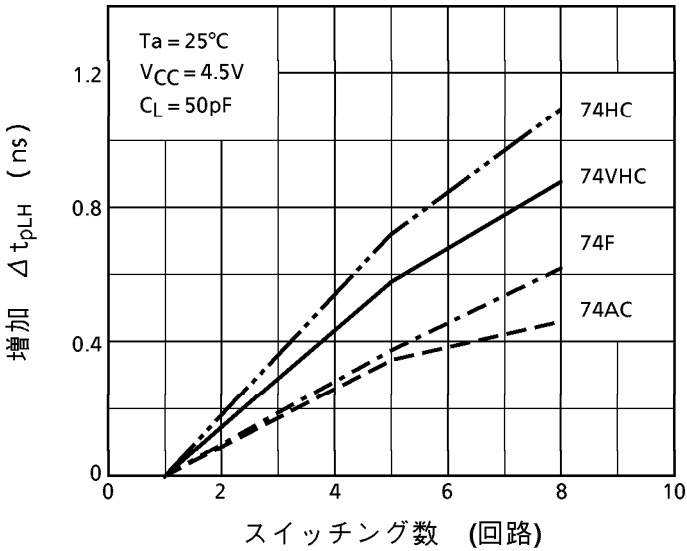


図5-13 IC内部の電源、GND電位の変動モデルと影響

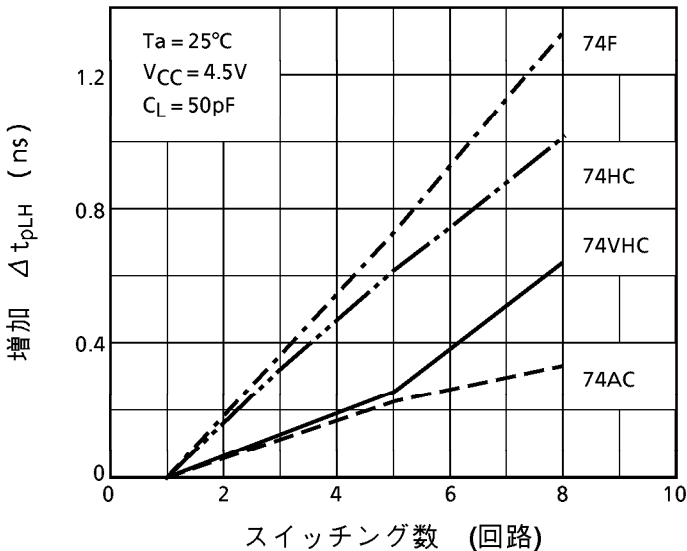
5.6.1 非動作出力ノイズ V_{OLP} 、 V_{OLV} 特性(a) 非動作出力ノイズ V_{OLP} 、 V_{OLV} ピン依存性 (標準値) (VHC244F)(b) 非動作出力 V_{OLP} ファミリー比較 (標準値) (244タイプSOP)(c) 非動作出力ノイズ V_{OLV} ファミリー比較 (標準値)(244タイプSOP)(d) 非動作出力ノイズ V_{OLP} 、 V_{OLV} 電源依存性 (標準値) (VHC244F)

(e) 非動作出力ノイズ負荷容量依存性 (標準値) (VHC244F)

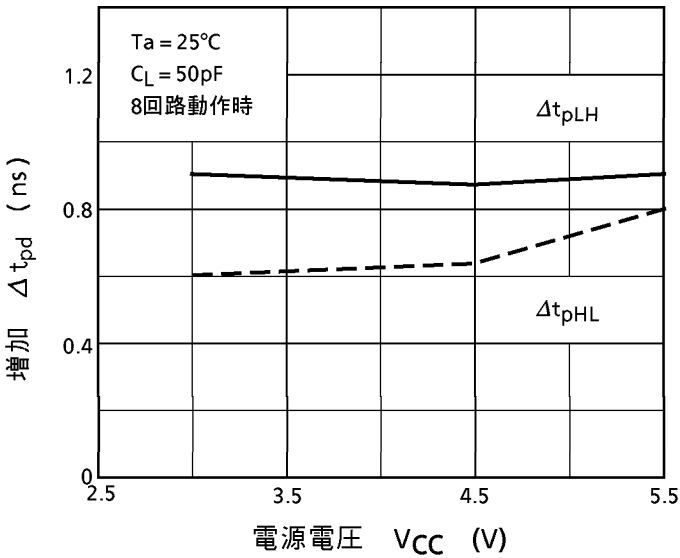
5.6.2 同時スイッチング時のスピード遅延特性



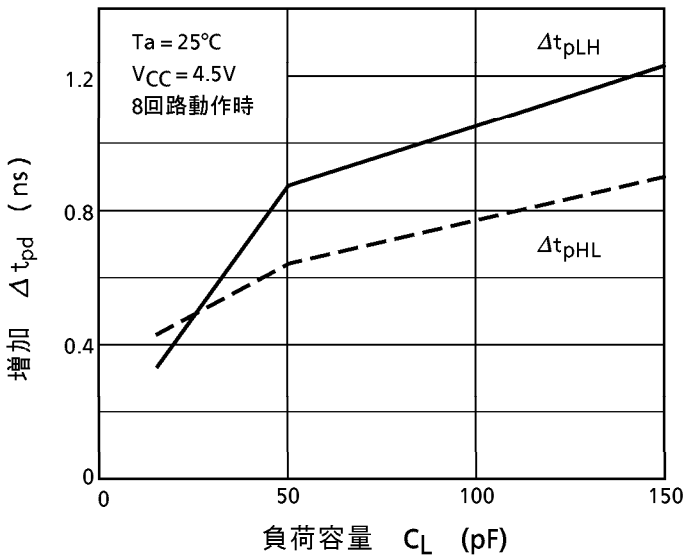
(a) 同時スイッチング時の Δt_{pLH} 回路数依存 (244タイプSOP)



(b) 同時スイッチング時の Δt_{pHL} 回路数依存 (244タイプSOP)



(c) 同時スイッチング Δt_{pd} 電源依存性(標準値) (VHC244F)



(d) 同時スイッチング Δt_{pd} 負荷容量依存性 (VHC244F)