

MAX22505

±40VハイスピードUSBポートプロテクタ

概要

MAX22505は、商用および産業用機器のUSBポートを、電源の故障や配線不良による損傷から保護するように設計されています。USBポートは $24V_{DC}$ または $24V_{AC}$ (typ) システムへの接続から保護され、データライン保護は最大 $\pm 40.7V$ 、電源/グラウンドライン保護は最大 $\pm 50V$ です。

V_{BUS} 、グラウンド、およびコネクタシールド接続は、外付け部品を選択することによって、任意のレベルのESD、バースト、およびサージ保護に対して設定できます。USBデータD+およびD-は、 V_{BUS} とGNDへの外付けダイオードクランプによって保護され、高水準のESDおよびバースト保護を実現しつつ、挿入損失を可能な限り最小限に抑えることが可能です。

MAX22505はエクスポーズドパッドを備えた24ピンTQFNパッケージ(4mm × 4mm)に封止され、 $-40^{\circ}C \sim +105^{\circ}C$ の温度範囲での動作が保証されています。

アプリケーション

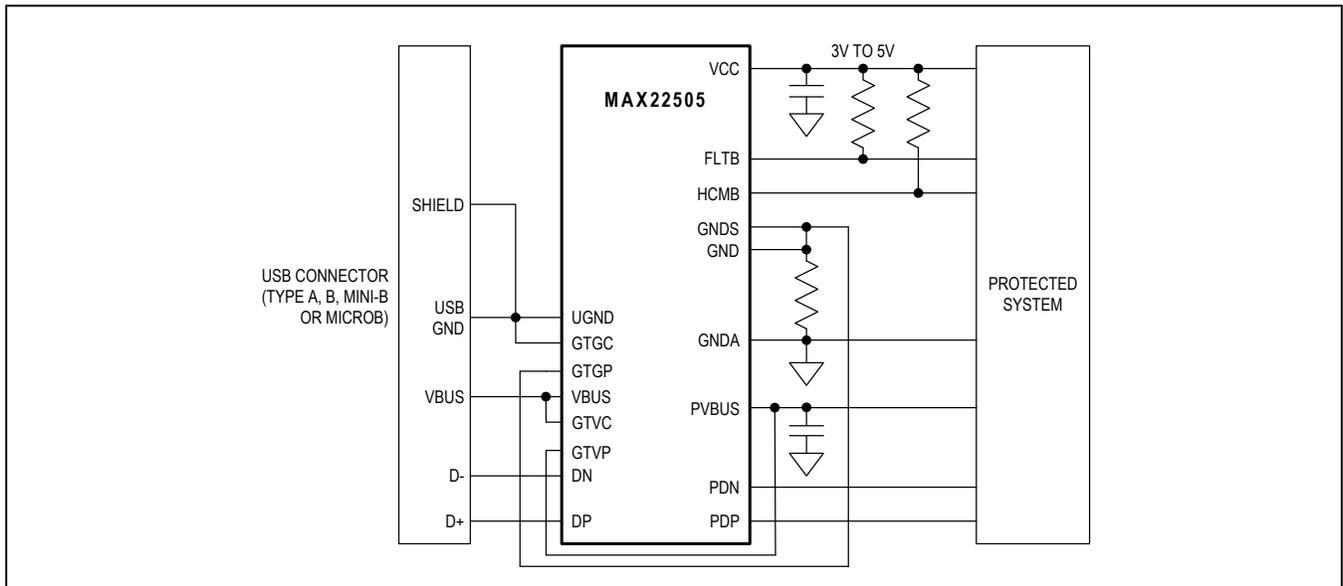
- 産業用PC
- プログラマブルロジックコントローラ(PLC)
- 診断USBポート

利点と特長

- 堅牢な通信
 - V_{BUS}/GND に対して $\pm 50V$ DCの保護内蔵
 - D+/D-に対して $\pm 40.7V$ DCの保護内蔵
 - サーマルシャットダウン保護
 - 動作温度： $-40^{\circ}C \sim +105^{\circ}C$
- 高性能
 - ハイ(480Mb)、フル(12Mb)、およびロー(1.5Mb) スピード対応
 - 電源電圧： $3.0V \sim 5.5V$
 - $V_{BUS}/D+/D-$ チャンネル抵抗： 4Ω (typ)
 - GNDチャンネル抵抗： 1Ω (max)
 - ハイスピードUSBディセーブルモード時に高コモンモード電圧での動作可能
- 柔軟性
 - USB動作速度に対してトランスペアレント
 - 設定不要なUSBホストまたはデバイス保護
 - V_{BUS} およびGNDパスに対してオプションの外付けMOSFETドライバ
- USB OTGのサポート
- USBの絶縁より簡単

型番はデータシートの最後に記載されています。

アプリケーションブロックダイアグラム



Absolute Maximum Ratings

(Voltages referenced to GND.)

V _{CC} , FLTB, HCMB	-0.3V to +6.0V
DN to PDN, DP to PDP	-40.7V to +40.7V
V _{BUS} to PVBUS, UGND to GNDS	-50.0V to +50.0V
GTGC to UGND	-0.3 to +6.0V
GTGP to GNDS	-0.3 to +6.0V
GTVC to V _{BUS}	-0.3 to +6.0V
GTVP to PVBUS	-0.3 to +6.0V
PVBUS	-0.3V to +6.0V
GNDS	-0.6V to +0.6V
PDN, PDP	-0.3V to +6.0V

Continuous Current

GTGC, GTGP, GTVC, GTVP	10mA
V _{BUS} to PVBUS, UGND to GNDS	280mA
Any other pin	50mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)

T2444-2C TQFN (Multi Layer) (derate by 25.6mW/°C above +70°C)	2051mW
Operating Temperature Range	-40°C to +105°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°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.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

TDFN (Multi-Layer PCB)

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ _{JA})	39°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ _{JC})	6°C/W

TDFN (Single-Layer PCB)

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ _{JA})	56°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ _{JC})	6°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maximintegrated.com/jp/thermal-tutorial.

Electrical Characteristics

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C.) Limits are 100% tested at T_A = +25°C. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization.

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Supply Voltage Range	V _{CC}		3.0		5.5	V
Supply Voltage Range	V _{CC}	External MOSFETs present	4.75		5.5	V
Supply Current	I _{CC}			3.8	5.9	mA
Power-On Reset Voltage	V _{POR}	Measured at V _{CC}		2.75		V
Power-On Reset Delay	t _{POR}			10		ms
GTGC Voltage	V _{GTGC}	V _{GTGC} - V _{UGND} , V _{CC} ≥ 4.75V, I _{GTGC} = 0.5μA	4.5	5.1	5.7	V
GTGP Voltage	V _{GTGP}	V _{GTGP} - V _{GND} , V _{CC} ≥ 4.75V, I _{GTGP} = 0.5μA	4.5	5.1	5.7	V
GTVC Voltage	V _{GTVC}	V _{GTVC} - V _{VBUS} , V _{CC} ≥ 4.75V, I _{GTVC} = 0.5μA	4.5	5.1	5.7	V
GTVP Voltage	V _{GTVP}	V _{GTVP} - V _{PVBUS} , V _{CC} ≥ 4.75V, I _{GTVP} = 0.5μA	4.5	5.1	5.7	V
GND CHANNEL						
On Resistance	R _{ONGND}			0.5	1.0	Ω
On Resistance Flatness	R _{ONGND FLAT}	-0.3V ≤ V _{UGND} ≤ +0.3V			0.1	Ω
GND Resistor	R _{GND}	UGND to GND		50		kΩ

Electrical Characteristics (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+5.5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$.) Limits are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization.

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{BUS} CHANNEL						
On Resistance	R_{ONVB}			4	5.6	Ω
On Resistance Flatness	$R_{ONVBFLAT}$	$0V \leq V_{BUS} \leq +5.0V$			0.5	Ω
Off Leakage Current	$I_{PVBUSOFFL}$	Measured at PVBUS, $V_{BUS} = +50V$ or $-50V$, $V_{PVBUS} = 0V$ or $5V$		150		μA
V _{BUS} Resistance	R_{VBUS}	VBUS to GND		50		k Ω
D+ AND D- CHANNEL						
On Resistance	R_{OND}	$0V \leq V_D \leq +3.6V$, PVBUS = 5V		4	6.2	Ω
On Resistance Flatness	$R_{ONDFLAT}$	$0V \leq V_D \leq +3.6V$, PVBUS=5V			0.1	Ω
Off Leakage Current	I_{DOFFL}	V_{DP} or $V_{DN} = +40.7V$ or $-40.7V$, V_{PDN} or $V_{PDP} = 0V$		500		μA
On Leakage Current	I_{DONL}	V_{DP} or $V_{DN} = +0.4V$ or $+3.3V$		3		μA
DIGITAL IO						
HCMB Input Logic-High	V_{IH}	Sampled at POR	1.4			V
HCMB Input Logic-Low	V_{IL}	Sampled at POR			0.4	V
Open-Drain Logic-Low	V_{OL}	$I_{OD} = 5mA$			0.3	V
Open-Drain Leakage	I_{ODL}	$V_{OD} = 5.0V$		1		μA
FAULT DETECTION CHARACTERISTICS						
Fault Negative Threshold Low	V_{N_L}	Falling Edge	-0.22	-0.21	-0.20	V
Fault Negative Threshold High	V_{N_H}	Falling Edge	-0.9	-0.85	-0.8	V
Fault Positive Threshold Low	V_{P_L}	Rising Edge	0.20	0.21	0.22	V
Fault Comparator Hysteresis				1		%
V _{BUS} Fault Detection Threshold	V_{B_H}	Rising Edge	5.8	6.1	6.4	V
V _{BUS} Fault Detection Hysteresis				1		%
Data Fault Detection Threshold	V_{D_H}	Rising Edge	4.0	4.2	4.4	V
Data Fault Detection Hysteresis				1		%
V _{BUS} Detect Threshold	V_{BDET}	Measured at PVBUS to GND Rising Edge	3.8	4	4.2	V

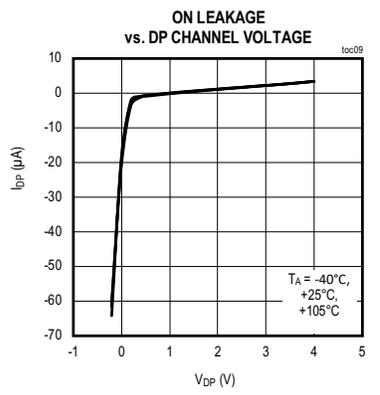
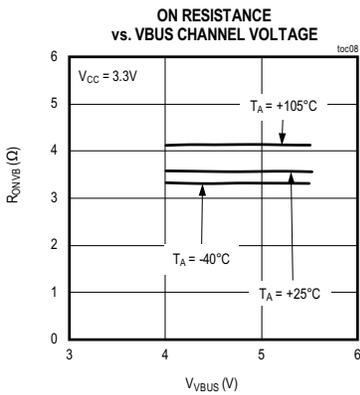
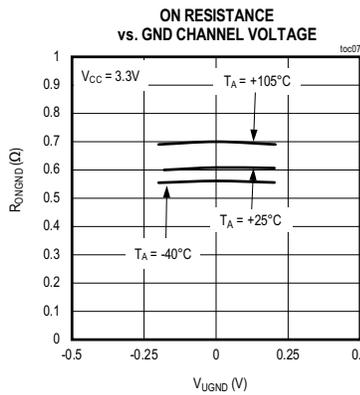
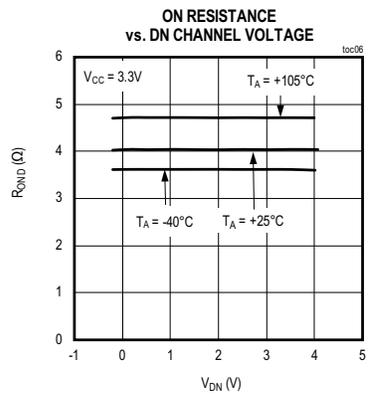
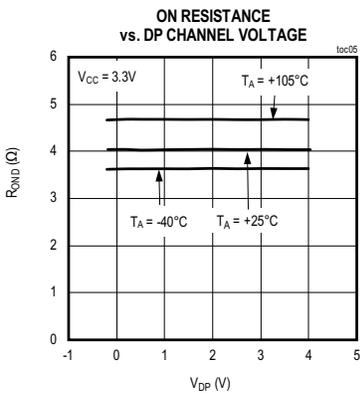
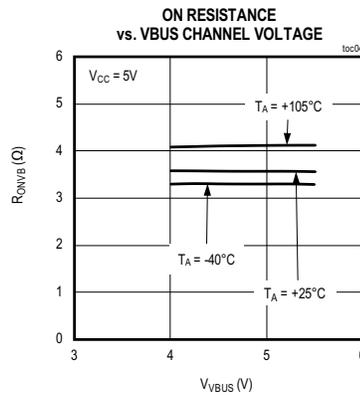
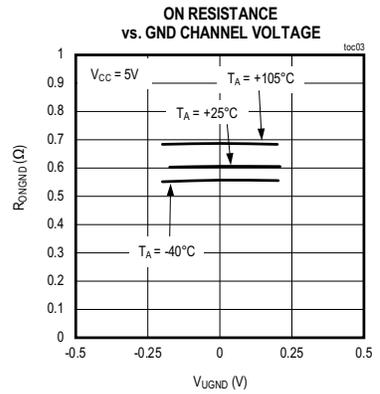
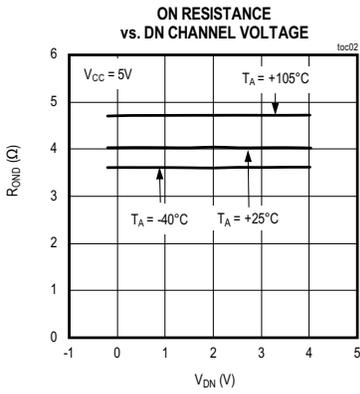
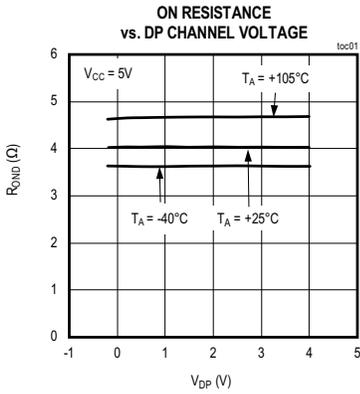
Electrical Characteristics (continued)

($V_{CC} = +3.0V$ to $+5.5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$.) Limits are 100% tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Limits over the operating temperature range and relevant supply voltage range are guaranteed by design and characterization.

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential V_{BUS} Detect Threshold	V_{BDETD}	Measured at V_{BUS} to UGND on PVBUS Rising Edge	3.7	4	4.3	V
V_{BUS} Detect Hysteresis				0.5		V
GNDS Positive Threshold	V_{GSTHP}	Rising Edge	45	50	55	mV
GNDS Negative Threshold	V_{GSTHN}	Falling Edge	-55	-50	-45	mV
GNDS Threshold Hysteresis				1		%
UGND and V_{BUS} Path Soft-Start Time	t_{SS}			10		ms
Fault Response Time	t_{FAULT}	From any positive fault value + 0.5V or negative fault value - 0.5V till switch off		0.5	0.9	μ s
Fault Recovery Time	$t_{RECOVER}$	Fault voltage removed till switches close		30		ms
V_{BUS} Detect Debounce Time	t_{VBDB}			30		ms
GND Debounce Time	t_{GDB}			30		ms
USB PERFORMANCE						
Crosstalk	V_{CT}	Between DN and DP channels V_{DP} , $V_{DN} = 0dBm$, $R_L = R_S = 50\Omega$, $f = 240MHz$		-40		dB
On Capacitance	C_{ON}	DN and DP channels, $f = 240MHz$		10		pF
PROTECTION						
ESD		All pins - HBM		2		kV
Thermal Shutdown Threshold	T_{SHDN}	Temperature rising, until switches open		+150		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis	T_{SHDN_HYS}			20		$^{\circ}C$

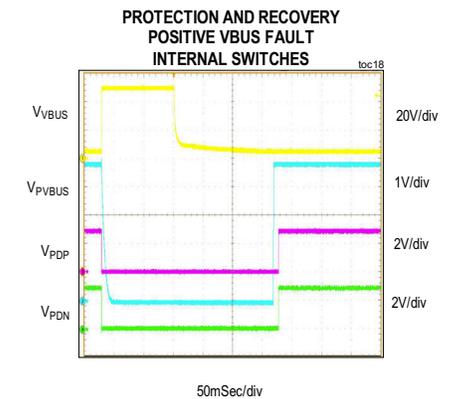
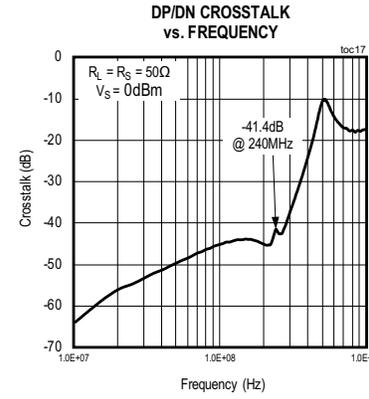
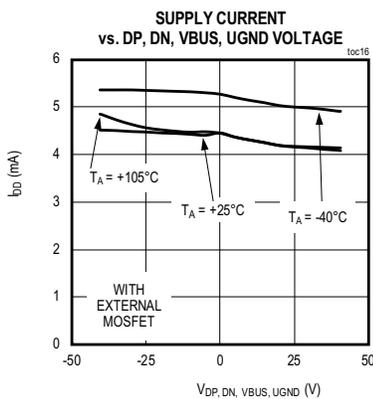
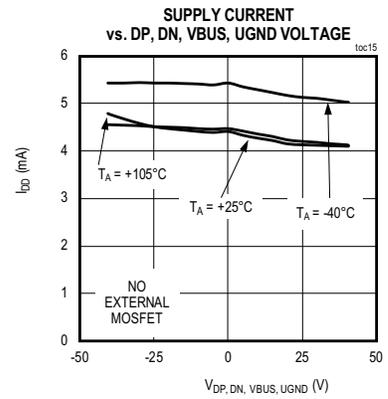
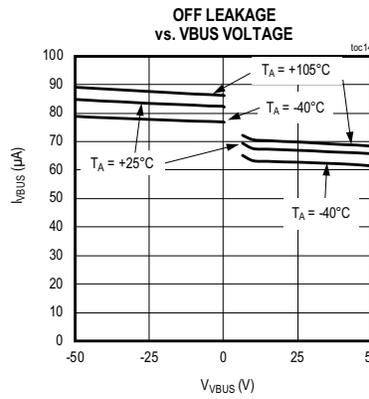
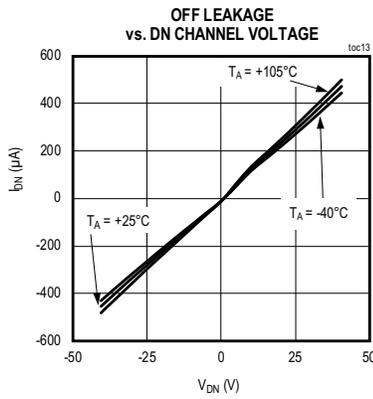
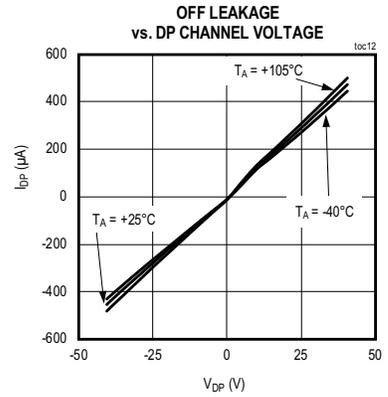
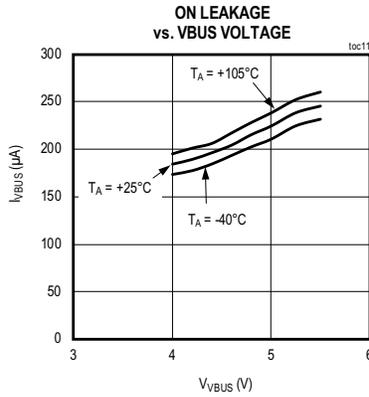
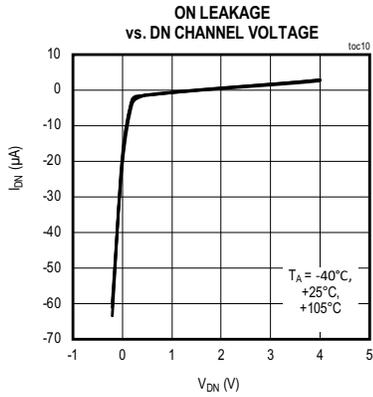
標準動作特性

V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C unless otherwise noted



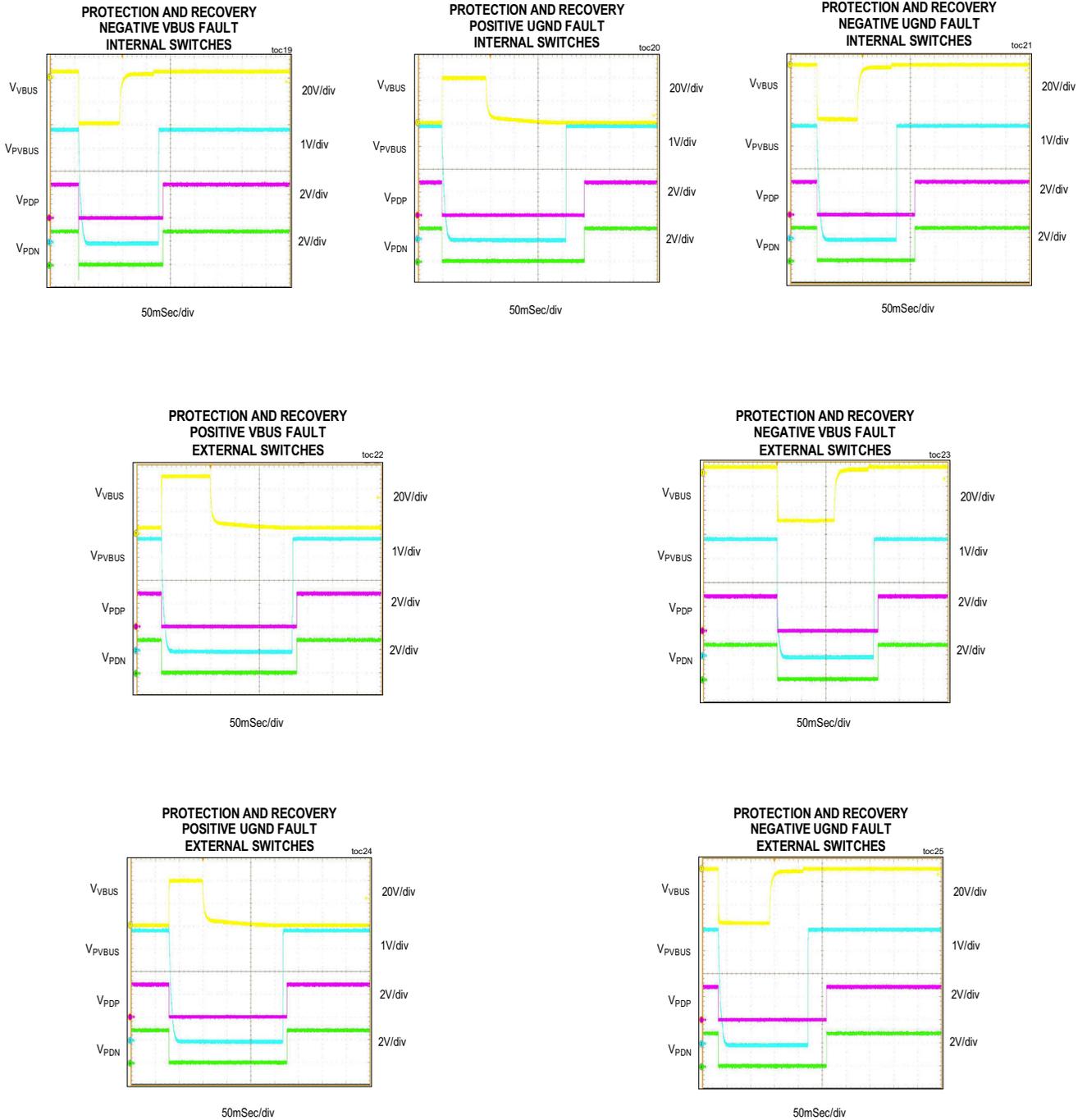
標準動作特性(続き)

V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C unless otherwise noted

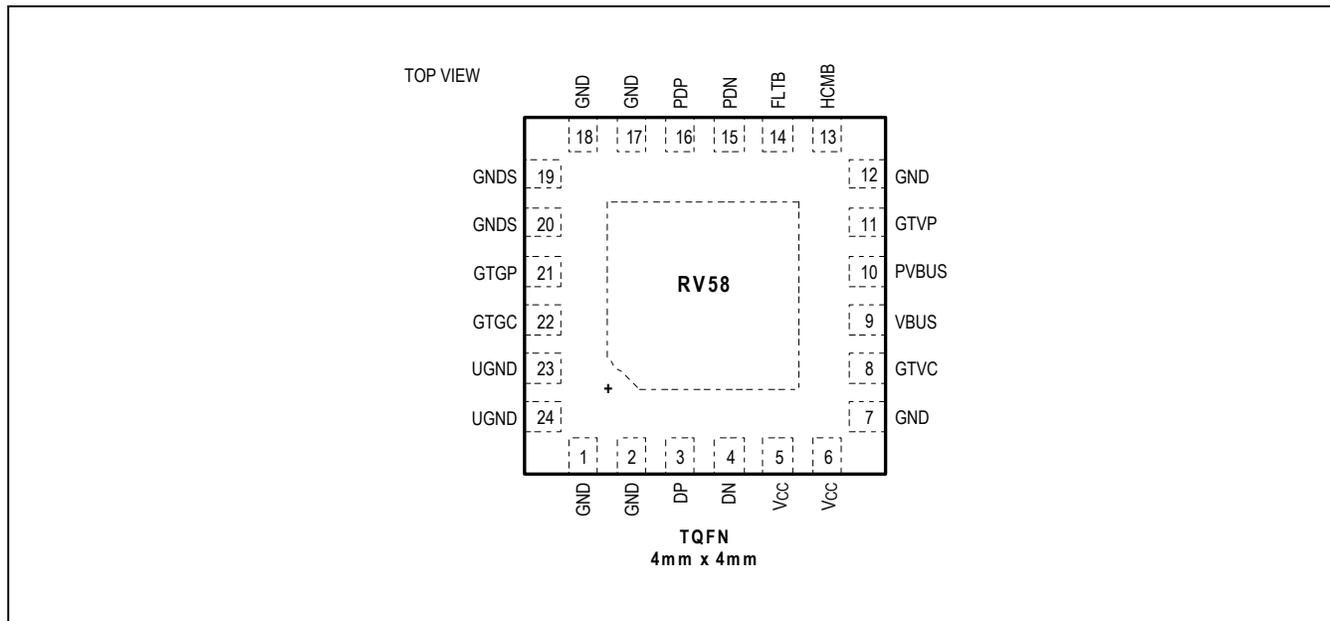


標準動作特性(続き)

V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C unless otherwise noted



ピン配置



端子説明

端子	名称	機能
1, 2, 7, 12, 18	GND	グラウンド。GNDはMAX22505のグラウンドです。すべてのGND端子とエクスポーズドパッドを相互に接続してください。外付けMOSFETを使用しないアプリケーションでは、GNDをGNDSに接続してください。その他すべてのアプリケーションでは、GNDをGNDAに接続してください。
3	DP	USBコネクタD+データライン接続。USBコネクタへのD-データラインと組み合わせて、90Ω差動ペア伝送ライン配線を使用します。ESDおよびバースト保護を高水準にするために、DP端子を外付けダイオードブリッジランプに接続してください。詳細については、「アプリケーション」の項を参照してください。
4	DN	USBコネクタD-データライン接続。USBコネクタへのD+データラインと組み合わせて、90Ω差動ペア伝送ライン配線を使用します。ESDおよびバースト保護を高水準にするために、DN端子を外付けダイオードブリッジランプに接続してください。詳細については、「アプリケーション」の項を参照してください。
5, 6	VCC	電源。できる限りデバイスの近くに配置した1μF以上のセラミックコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。すべてのVCC端子を相互に接続してください。これら2つの端子に対し外付けバイパスコンデンサは共有することが可能です。
8	GTVC	ソースをUSBコネクタのVBUS端子に接続したオプションの外付けMOSFET用ゲート駆動。大電流アプリケーションでは、外付けMOSFETを使用してVBUSパスのオン抵抗を低減してください。バック・ツー・バックのNチャネルMOSFETを、図3と図4に示すように接続してください。PCBトレースをできる限り短くしてください。外付けMOSFETを使用しないアプリケーションでは、GTVCをVBUSに短絡してください。
9	VBUS	USBコネクタVBUS接続。ESD保護のために、スナバ回路でVBUSをGNDにバイパスしてください。USBホストアプリケーションでは、コンデンサでVBUSをUGNDにバイパスしてください。詳細については、「アプリケーション情報」を参照してください。

端子説明(続き)

端子	名称	機能
10	PVBUS	保護付きV _{BUS} 出力。できる限りデバイスの近くに配置した1μF以上のセラミックコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。PVBUSは、合計4.7μF以上の分散容量を持つ必要があります。システムに他のクランプがない場合は、外付けTVSダイオードを追加してピーク電流を吸収してください。詳細については、「アプリケーション」の項を参照してください。
11	GTVP	ソースをPVBUS端子に接続したオプションの外付けMOSFET用のゲート駆動。大電流アプリケーションでは、外付けMOSFETを使用してV _{BUS} パスのオン抵抗を低減してください。バック・ツー・バックのNチャネルMOSFETを、図3と図4に示すように接続してください。PCBトレースをできる限り短くしてください。外付けMOSFETを使用しないアプリケーションでは、GTVPをPVBUSに短絡してください。
13	HCMB	高コモンモード電圧指示オープンドレイン出力、またはフルスピード フォースディセーブル入力。HCMBの電圧値は、電源投入時にサンプリングされ、フルスピードフォールバックモードをイネーブルするか、ディセーブルするかを決定します。フルスピードフォールバックをイネーブルする場合は、外付けプルアップをこの端子に接続してください。最初の電源投入後、HCMBは高いコモンモード電圧が存在するかどうかを示し、その結果、MAX22505は強制的にトランジックをフルスピードデータレートに設定します。UGNDで検出されたコモンモード電圧がVN _L またはVP _L スレッシュホールドを超えると、HCMBはアクティブローを駆動します。ハイインピーダンスは通常動作を示します。詳細については、 図1 を参照してください。
14	FLTБ	フォルト指示オープンドレイン出力。使用する場合は、外付けプルアップ抵抗をこの端子に接続してください。MAX22505がV _{BUS} 、UGND、DP、またはDNで何らかの異常な電圧を検出した場合、FLTБはアクティブローを駆動します。ハイインピーダンスは通常動作であることを示します。
15	PDN	保護付きD-データライン接続。システムのUSBトランシーバへのD+データラインと組み合わせて、90Ω差動ペア伝送ライン配線を使用します。18nH~22nHの外付け直列インダクタを追加してください。詳細については、「アプリケーション」の項を参照してください。
16	PDP	保護付きD+データライン接続。システムのUSBトランシーバへのD-データラインと組み合わせて、90Ω差動ペア伝送ライン配線を使用します。18nH~22nHの外付け直列インダクタを追加してください。詳細については、「 アプリケーション情報 」を参照してください。
17	GNDA	アナロググラウンド。
19, 20	GNDS	グラウンド検出。内蔵GNDパススイッチから出力し、UGND-GNDの外付けMOSFETのポイントを検出します。必須：電流検出抵抗を、 図2 、 図3 、 図4 に示すように接続してください。すべてのGNDS端子を相互に接続してください。
21	GTGP	ソースを保護付きシステムグラウンドに接続したオプションの外付けMOSFET用のゲート駆動。大電流アプリケーションでは、外付けMOSFETを使用してGNDパスのオン抵抗を低減してください。バック・ツー・バックのNチャネルMOSFETを、 図3 と 図4 に示すように接続してください。PCBトレースをできる限り短くしてください。外付けMOSFETを使用しないアプリケーションでは、GTGPをGNDSに短絡してください。
22	GTGC	ソースをUSBコネクタのグラウンド端子に接続したオプションの外付けMOSFET用のゲート駆動。大電流アプリケーションでは、外付けMOSFETを使用してGNDパスのオン抵抗を低減してください。バック・ツー・バックのNチャネルMOSFETを、 図3 と 図4 に示すように接続してください。PCBトレースをできる限り短くしてください。外付けMOSFETを使用しないアプリケーションでは、GTGCをUGNDに短絡してください。
23, 24	UGND	USBコネクタグラウンド接続。ESD保護のために、スナバ回路でUGNDをGNDにバイパスしてください。詳細については、「 アプリケーション情報 」を参照してください。USBコネクタのシールドをUGNDに接続することもできます。すべてのUGND端子を相互に接続してください。
—	EP	エクスポーズドパッド。EPをGNDに接続してください。エクスポーズドパッドは未接続のままにしないでください。

詳細

MAX22505は、商用および産業用機器のUSBポートを、電源の故障や配線不良による損傷から保護するように設計されています。USBポートは24V_{DC}または24V_{AC}(typ)システムへの接続から保護され、データライン保護は最大±40.7V、電源/グラウンドライン保護は最大±50Vです。

V_{BUS}、グラウンド、およびコネクタシールド接続は、外付けTVSデバイスを選択することによって、任意のレベルのESD、バーストおよびサージ保護に対して設定することができます。USBデータD+およびD-は、V_{BUS}とGNDへの外付けダイオードクランプによって保護され、高水準のESDおよびバースト保護を実現しつつ、挿入損失を可能な限り最小限に抑えることが可能です。

内蔵保護スイッチ

MAX22505は、標準的なUSBバス接続の保護に使用される4つのスイッチ経路を内蔵しています。潜在的に危険な側(UGND、V_{BUS}、DP、DN)への入力が入力がすべて通常動作電圧を示していれば、MAX22505はこれらに対応する保護側の入力(GNDS、PVBUS、PDP、PDN)に接続します。

グラウンド電源パスはUSBコネクタのGNDを保護します。グラウンド保護パスは1.0Ω(max)のオン抵抗を備え、電力損失を最小限に抑えるとともにUSBデータ信号の信号品質を維持します。V_{BUS}パスは、USBコネクタの5V電源レールを保護し、4Ω(typ)のオン抵抗を備えています。USBデータラインパスは、低シャUNT容量(10pF、typ)と4Ω(typ)のオン抵抗を備え、高いUSB信号品質を維持します。潜在的に危険な入力(UGND、V_{BUS}、DN、DP)のいずれかで限界外の電圧が生じると、スイッチはすべて自動的にオープンとなります。また、グラウンド接続は、GNDSとシステムのGND間に接続した外付け検出抵抗によって実装された電流検出を備えています。GNDSの電圧が+50mVを上回るか、-50mVを下回ると、すべてのスイッチがオープンになります。MAX22505は自動的にアイドル状態に戻ります。

V_{CC}電源が存在しなければ、すべてのスイッチ経路はデフォルトのオープンになります。

動作

潜在的に危険な入力のいずれかが通常動作電圧を超えると、MAX22505は保護モードになります。V_{BUS}のみで過電圧または低電圧フォルトが生じた場合を除き、MAX22505

は少なくとも30msの間、保護モードを維持します。V_{BUS}のみで過電圧または低電圧フォルトが生じた場合は、MAX22505は30ms後に自動的に再起動します。

ケーブルで電圧降下が生じると、USBデータにおけるコモンモードシフトのため、ハイスピードUSBに動作上の問題が発生する場合があります。MAX22505は、UGNDのコンパレータを使用して高コモンモード状態を検出することができます。コンパレータのスレッシュホルド(-0.21V~+0.21V)は、ハイスピードUSBの動作が可能かどうかを判定します。最初の電源投入(V_{CC}への電圧印加)時にプルアップがHCMBに接続されていれば、自動USBフルスピードフォールバック回路がイネーブルされます。プルアップが接続されていないか、V_{CC}印加後にプルアップが接続された場合は、自動USBフルスピードフォールバック回路はディセーブルされます。

フォルトを指示した場合、MAX22505は潜在的に危険な側を保護側から切り離します。フォルトが発生するのは、V_{BUS}、DP、DNの電圧がそれぞれのウィンドウスレッシュホルドの範囲外となった場合です。また、UGNDで過電流が検出された場合もフォルトが発生します。

自動フルスピードフォールバック回路がイネーブルされると、UGNDのウィンドウコンパレータは、USBハイスピードからフルスピード/ロースPEEDへのフォールバックの要否とタイミングを決定します。この機能を使用するには、コンパレータによるフォールバックのトリガよりも高いウィンドウスレッシュホルドで過電流状態がトリガされるように、GNDSの電流検出抵抗の値を設定する必要があります。検出抵抗の値が不適切な場合、MAX22505はフォールバックが発生する前に、潜在的に危険な側を保護側から切り離すこととなります。

フルスピードフォールバックモード

MAX22505は、高いコモンモード電圧が検出された場合、USBバス速度を自動的にロースPEEDとフルスピード(1.5Mbpsと12Mbps)に制限する機能を備えています。この機能によって、USBバスは、コモンモード電圧がUSBハイスピードレシーバの能力を超えたものの、ロースPEEDとフルスピードではなお動作可能な場合に、動作を維持することができます。表1は、フルスピードフォールバックモードの設定値の詳細を示しています。

表1. フルスピードフォールバックモードの設定値

VOLTAGE AT HCMB AT POR	HIGH COMMON MODE DETECTED	USB BUS SPEED
Low	Ignored	No Limit
High	No	No Limit
High	Yes	Limited to Full-Speed

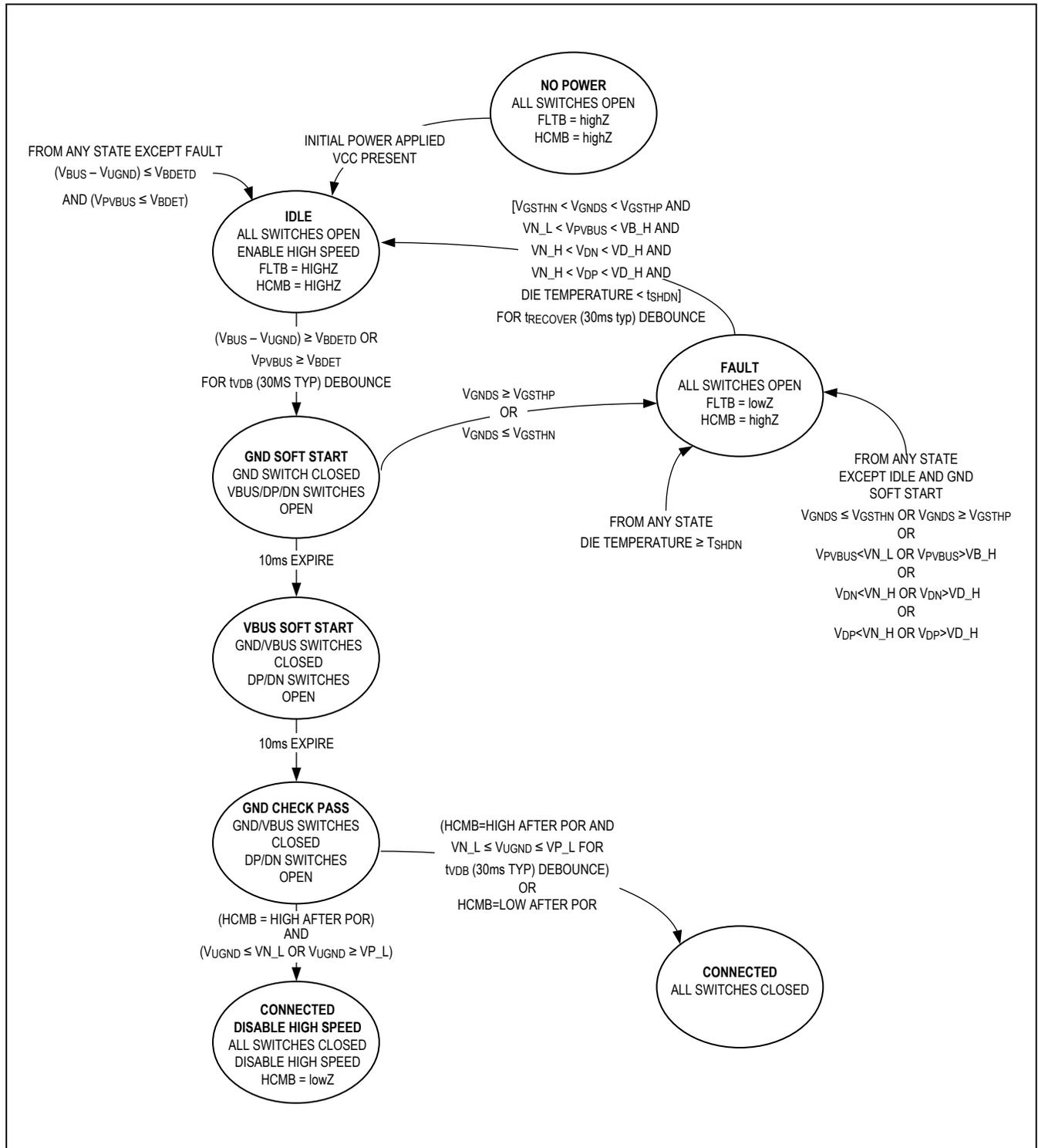


図1. 動作状態ダイアグラム

サーマルシャットダウン保護

MAX22505は、内蔵のサーマルシャットダウン検出によって高い熱放散から保護されます。ダイ温度が150°C (typ)を超えた場合、すべてのスイッチ経路がオープンになります。スイッチ経路は、ダイ温度が20°C低下するまでオープンのままです。温度が20°C低下すると、MAX22505は入力電圧が通常動作範囲内であれば、自動的にスイッチ経路をクローズにします。

アプリケーション情報

ESD/バースト保護

図2、図3、および図4は、IEC61000-4-2に基づく最大±15kVの気中放電と最大±8kVの接触放電からの保護、およびホットプラグや保護シャットダウンイベント時の外部ケーブルインダクタンスによる誘導性サージのクランプに必要な外付け保護を示しています。100nFのコンデンサでVBUSをシステムグラウンドにバイパスし、TVSダイオードをVBUSとUGNDの間に接続する必要があります。

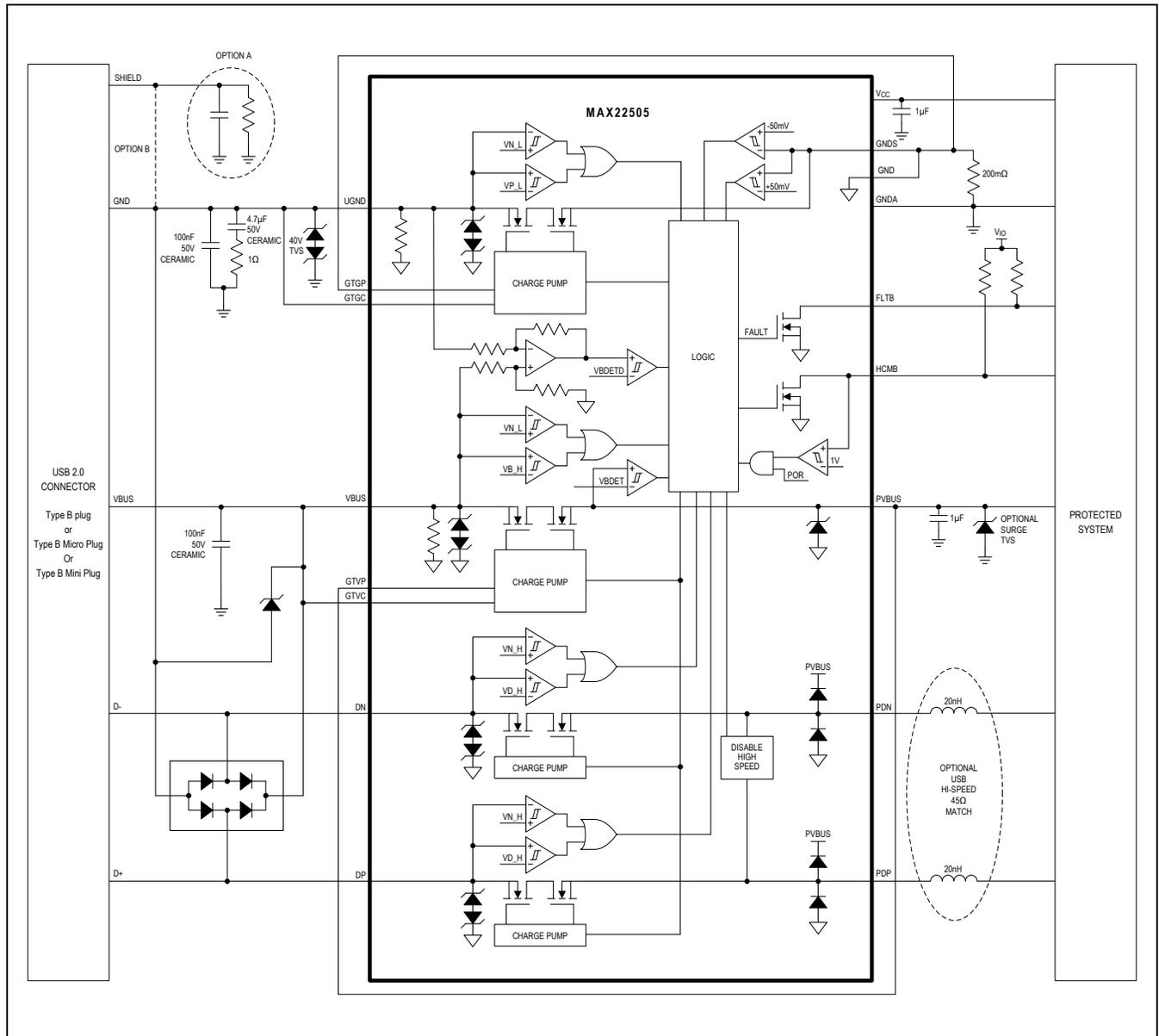


図2. USB自己給電ペリフェラルアプリケーション

40V TVSダイオードと100nFセラミックでバイパスした直列RCスナバ(4.7μFセラミックおよび1Ω)によって、UGNDをシステムグラウンドに接続する必要があります。このスナバは、誘導性負荷(ケーブルインダクタンス)の存在下でMAX22505のターンオフによって生じる電圧上昇時間を制限するために必要です。ダイオードブリッジはD+とD-をVBUSとUGNDにクランプし、保護イベント時のエネ

ルギーを吸収します。クランプダイオードは接合容量が極めて小さく、400mV (ハイスピードUSBの動作電圧範囲)の逆バイアスであることが極めて重要です。100nFのVBUSおよびUGNDバイパスコンデンサを、できる限り短いPCBトレースでダイオードブリッジとグラウンドプレーンに接続する必要があります。それによって、ESD電流経路上の寄生インダクタンスが最小限に抑えられます。

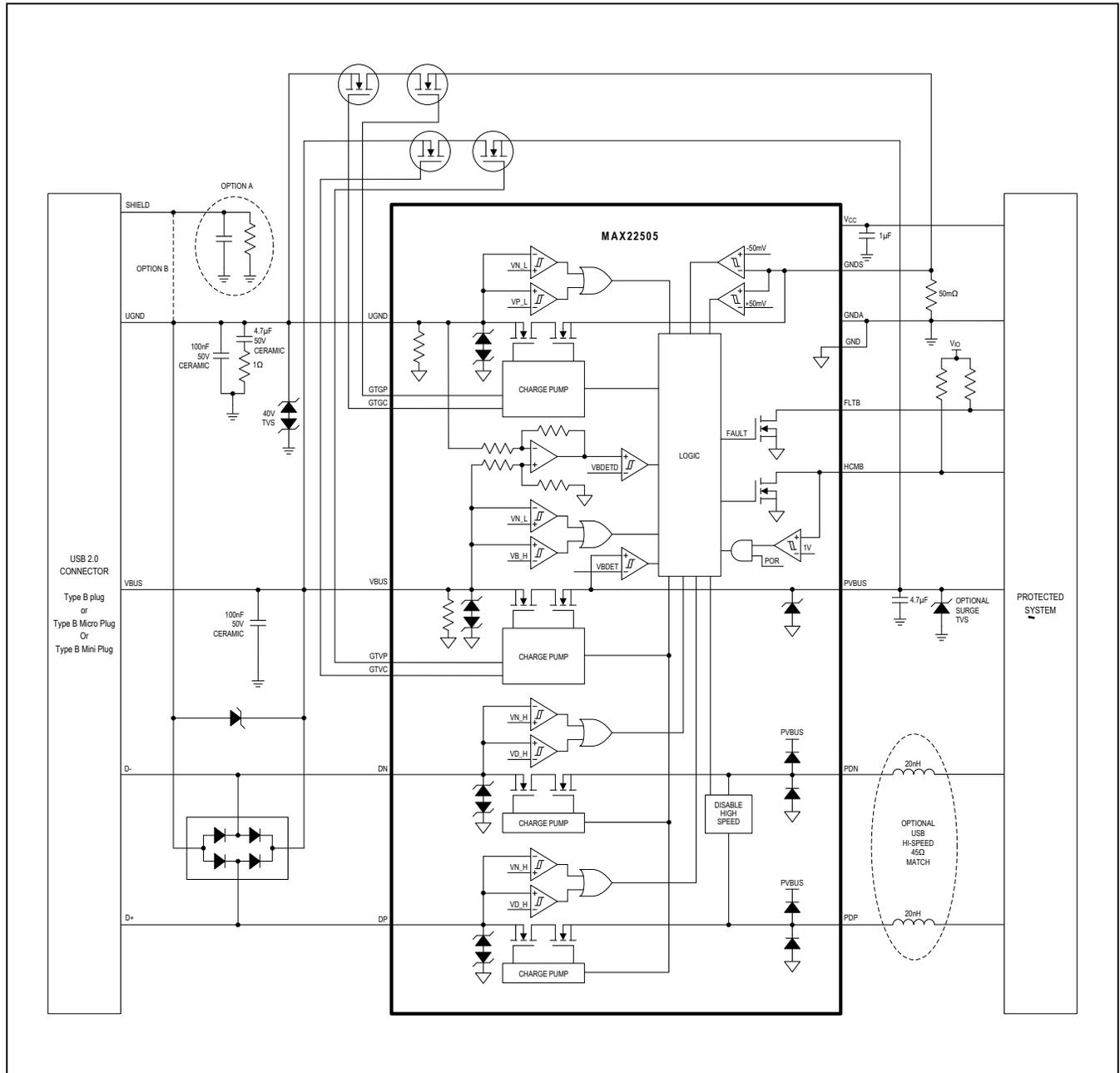


図3. USBバス給電ペリフェラルアプリケーション

USB自己給電ペリフェラルアプリケーション

USB自己給電ペリフェラルとして構成されたシステムをMAX22505で保護する場合、システムはUSBバスの電流をほとんど、またはまったく消費しません。この場合、MAX22505は図2に示すように構成します。GNDとGNDSが相互に接続されていることに注意してください。GNDSとGNDA間の抵抗については、電流制限を100mA～250mAに設定するように選択することを推奨します。この構成における最大許容電流限度は、250mA (200mΩ抵抗)です。さらに大きな電流限度を使用すると、最大耐電圧性能が低下し、フォルト状態時にMAX22505が損傷する可能性があります。

USBバス給電ペリフェラルアプリケーション

USBバス給電アプリケーションでは、外付けMOSFETを使用してV_{BUS}とGNDの経路抵抗を低減してください。この場合、MAX22505は図3に示すように構成します。GNDとGNDAが相互に接続されていることに注意してください。GNDSとGNDA間の抵抗については、アプリケーションの要件を満たす最小の電流限度となるように選択します。必要以上の電流限度を使用すると、MAX22505がフォルト状態に対応する前に大きなグラウンド電流が生じることになります。

USBホストアプリケーション

USBホストアプリケーション(図4参照)では、外付けMOSFETを使用してV_{BUS}とGNDの経路抵抗を低減してください。GNDとGNDAが相互に接続されていることに注意してください。GNDSの抵抗によって設定される電流限度は、1A (50mΩ)以上を許容する必要があります。USBホストは、接続されたUSBペリフェラルの突入電流に対応することができるように、V_{BUS}に120μF以上の総バルク容量を備える必要があります。これは分割することができます。潜在的に危険な側には100μF以上を実装します。ペリフェラルは、最大10μF (通常1μF)のコンデンサを持つ可能性があります。V_{BUS}とUGNDの間に追加のバルク容量がなければ、この突入電流によってフォルト電流制限トリップが発生し、MAX22505はシャットオフされます。V_{BUS}とUGNDの間にコンデンサを実装し、このピーク突入電流を接続されたペリフェラルに提供する必要があります。

ホストアプリケーションでは、MAX22505がUSBデバイスの接続後に電源投入され、UGND/GND間を一定の電圧まで充電するリーク経路が存在する場合、MAX22505は電源投入時にフォルトを検出することがあります。これは、100μF以上の外付けV_{BUS}コンデンサを充電するMAX22505の内部リークによるものです。これに対しては次の2つの解決策が可能です。

- 1) 外付けデバイスを取り外してリーク経路を除去することによって、UGND/GND間を0Vまで放電する。MAX22505は自動的に再起動する。
- 2) V_{BUS}とUGNDの間に1kΩの抵抗を追加してリーク電流をシャントする。

外付け部品の推奨事項と要件

外付けMOSFET

- Nチャンネル
- ゲート: V_{GS} = 4.5V以上で動作する仕様とします。V_{GS}(max) ≥ 10V、ゲートリーク ≤ 0.5μA、オン抵抗 ≤ 100mΩ。2つの直列MOSFET間とGNDSの抵抗を加えた総電圧降下は、アプリケーション電流時に0.15V未満とする必要があります。
- 例: Infineon BSR606N (90mΩ)、またはDiodes Inc DMN6040SFDE (47mΩ)

スナバコンデンサ

- 定格電圧は、想定される最大DCフォルト電圧を上回る10Vとする必要があります。セラミックを使用しX5R/X7R以上の誘電体を備えるものとします。

スナバ抵抗

- 1Ωの抵抗: 2μs未満で700W以上に対応する大電流パルス定格の抵抗を使用します。例: Ohmite AS12シリーズ。

USBホストアプリケーション用のV_{BUS}-UGNDバイパスコンデンサ

- ESR ≤ 50mΩ (セラミック、タンタル、高分子電解)
- 100μF ± 20%
- 電圧定格は、外付けTVSの最大サージ電圧(通常10V)以上とする必要があります。

DP/DNのダイオードクランプ

- 低静電容量：ハイスピードUSBの場合、400mVで3pF以下。フルスピードUSBの場合、3.3Vで30pF以下。
- 電圧定格：想定される最大フォルト電圧を超えること。
- IEC61000-4-2に規定されたESDなどのイベントによって大電流が生じると、VBUSやGNDから独立したDPまたはDNにフォルトが印加された場合、小型のダイオードブリッジは損傷する可能性があります。独立したフォルト保護のために、個別のTVSクランプを備えた大電流ダイオードブリッジを選択します。
- Diodes Inc DLPA004 (静電容量：3.0pF (max))

TVS

- UGND-GND：SMAJ40CA (複数ベンダー)
- VBUS-UGND：SMAJ6.0A (複数ベンダー)、Diodes Inc D5V0M1U2

外付けMOSFETドライバ

MAX22505の内蔵パワースイッチは、USB自己給電ペリフェラルアプリケーション向けに設計されています。自己給電デバイスは通常、USBのVBUSから50mA未満の非常に小さな電流を必要とします(例えば、USBトランシーバへの給電やUSB接続検出信号として)。VBUSの電流が50mAを超える場合や、MAX22505がUSBホストアプリケーションで電流を供給する必要がある場合は、GTGP/GTGCおよびGTVC/GTVP端子で制御されるバック・ツー・バックの外付けNチャンネルMOSFETを追加することによって電源電圧降下を低減します。外付けMOSFETを使用する際、VCCは5.0V ±5%とする必要があります。図3と図4を参照してください。外付けMOSFETを使用する場合は、GNDパスか、またはVBUSパスとGNDパスの両方に外付けMOSFETを配置します。いかなる場合も、外付けMOSFETをVBUSパスのみに配置しないでください。また、GNDパスの総インピーダンス(内部 + 外部 + GNDS抵抗)は、常にVBUSパスの総インピーダンス(内部 + 外部)以下とする必要があります。

高周波の発振の可能性を除去するため、ゲート駆動端子から外付けMOSFETを経てソースバイパスコンデンサに至るまでのPCBトレースの全長は、3cm未満とする必要があります。例えば、MAX22505のゲート駆動端子(GTGP、GTGC、GTVP、GTVC)から外付けMOSFETのゲートまでの接続が2cmであれば、このMOSFETのソースからシステムのGNDまたは外付けバイパスコンデンサまでの接続は、1cm未満とする必要があります。トレースの全長が3cmを超える場合は、10Ωの抵抗をMOSFETのゲートと直列に追加して発振の可能性を低減します。

USB信号品質の改善

MAX22505は、わずかながらシャント容量をD+およびD-ラインに追加します。これらのラインにシャント容量が存在すると、伝送ラインのインピーダンスが変化するため、USB信号品質の問題が生じます。この問題を打ち消すため、各データラインに直列インダクタを追加します。これらのインダクタはできる限りシャント容量の近くに配置してください。詳細については、アプリケーションノートAN4131を参照してください。

<https://www.maximintegrated.com/jp/an4131>

DPとDNのスイッチ

MAX22505のUSBデータラインは対称型です。MAX22505内のDP-PDPパスは、DN-PDNパスと対をなしています。これによって、USBコネクタ(またはUSBトランシーバ)とMAX22505の間でPCBの配線を簡素化することができる場合があります。MAX22505までのパスには一貫性を確保することが重要です。

例1：USBコネクタのD+をDPに接続し、D-をDNに接続する場合は、USBトランシーバのD+をPDPに、D-をPDNに接続する必要があります。

例2：USBコネクタD+をDNに接続し、D-をDPに接続する場合は、USBトランシーバのD+をPDNに、D-をPDPに接続する必要があります。

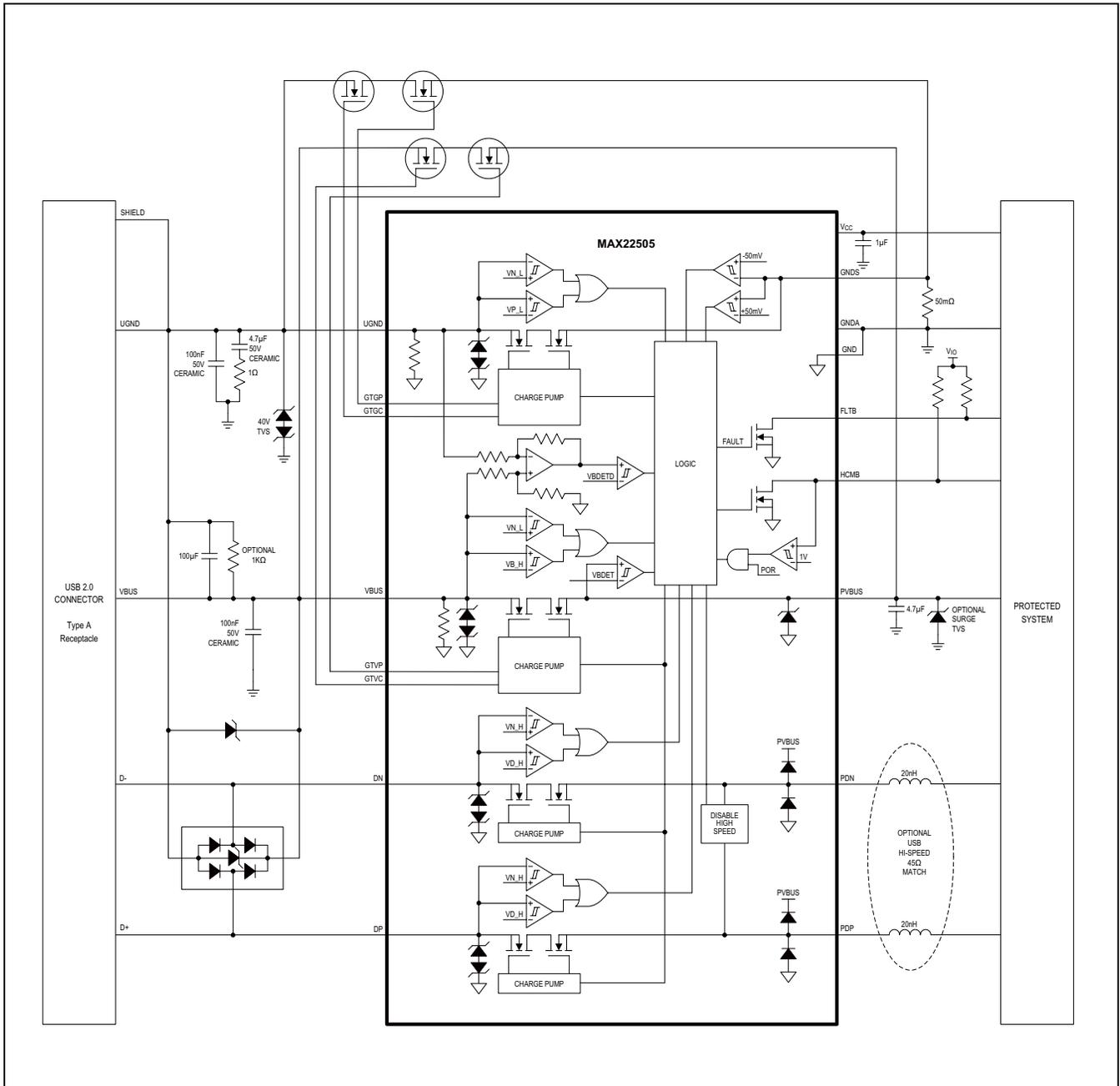
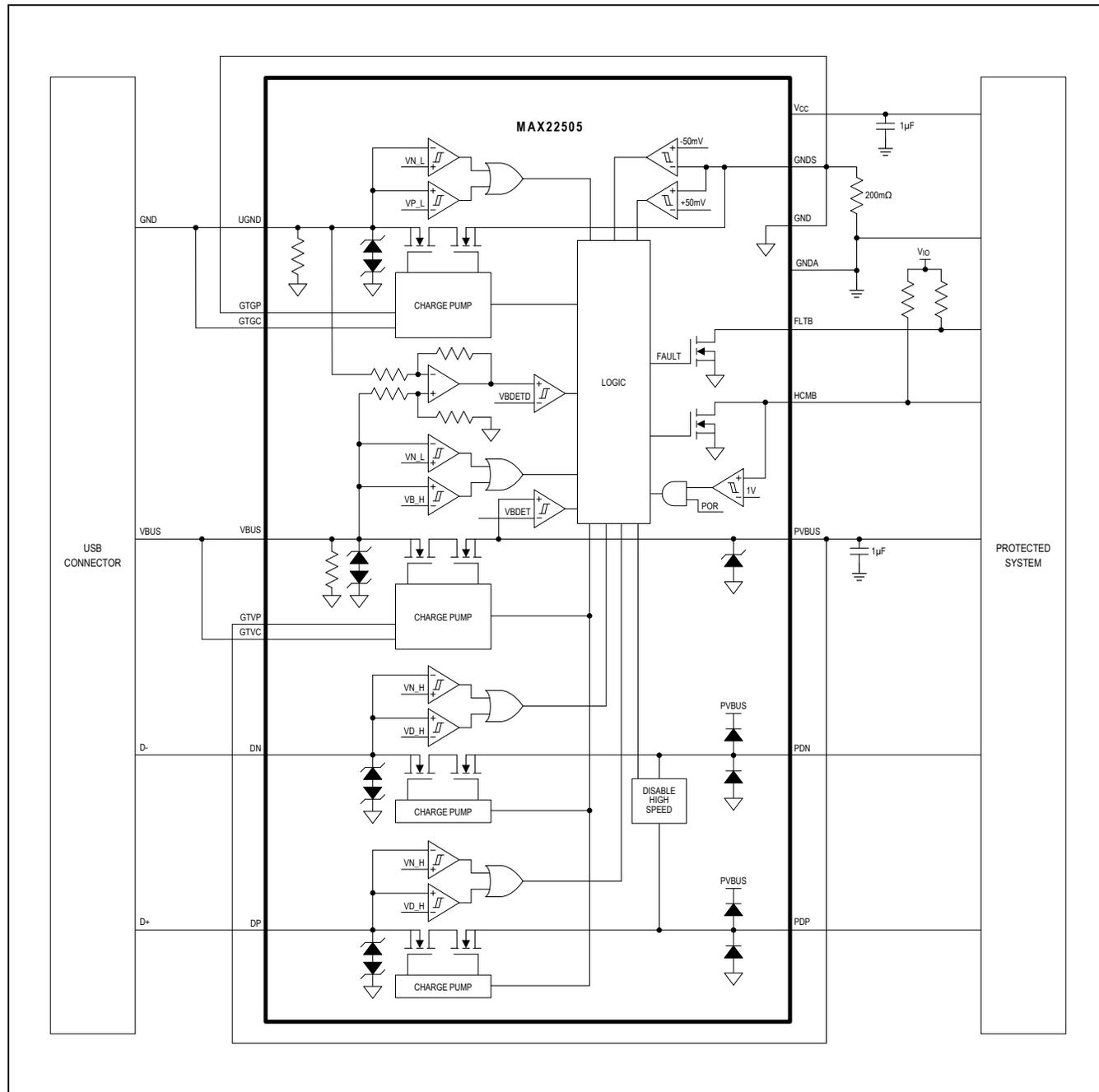


図4. USBホストアプリケーション

ファンクションブロックダイアグラム



型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX22505GTG+	-40°C to +105°C	24 TQFN-EP
MAX22505GTG+T	-40°C to +105°C	24 TQFN-EP

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

T = テープ&リール。

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターン(フットプリント)は www.maximintegrated.com/jp/packages を参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージ タイプ	パッケージ コード	外形図 No.	ランド パターンNo.
24 TQFN	T2444-4C	21-0139	90-0022

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	1/18	初版	—



マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maxim Integratedは完全にMaxim Integrated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 Integrated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。「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表に示すパラメータ値(min、maxの各制限値)は、このデータシートの他の場所で引用している値より優先されます。