

抵抗膜方式タッチパネルコントローラ LSI シリーズ

4 線式抵抗膜方式 タッチパネルコントローラ

BU21026MUV

概要

BU21026MUV は 4 線式抵抗膜方式タッチパネルに対応した低消費電力 1 点タッチコントローラです。12 ビット A/D コンバータを内蔵し、座標検出及び筆圧測定を行うことが可能です。さらにデジタルフィルタを内蔵しており、安定性を向上させたデータを出力することができます。

特長

- 4 線式抵抗膜方式タッチパネル対応
- 1.65V~3.60V 単一電源動作
- 低待機電流(0.8uA 最大)
- 逐次比較型 12 ビット A/D コンバータ内蔵
- 2 線シリアルインタフェース
- コマンドベースインタフェース
- デジタルフィルタ内蔵
- 筆圧測定
- 自動パワーダウン機能
- クロック発振回路内蔵

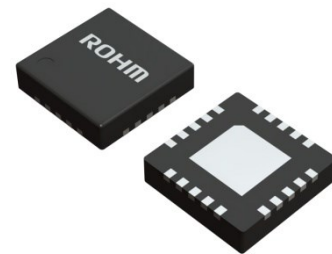
重要特性

- | | |
|----------|-----------------|
| ■ 電源電圧範囲 | 1.65[V]~3.60[V] |
| ■ 動作温度範囲 | -30[°C]~85[°C] |
| ■ 待機電流 | 0.8[uA] (最大) |
| ■ 動作電流 | 120[uA] (標準) |
| ■ 座標分解能 | 12[Bits] |

パッケージ

VQFN020V4040

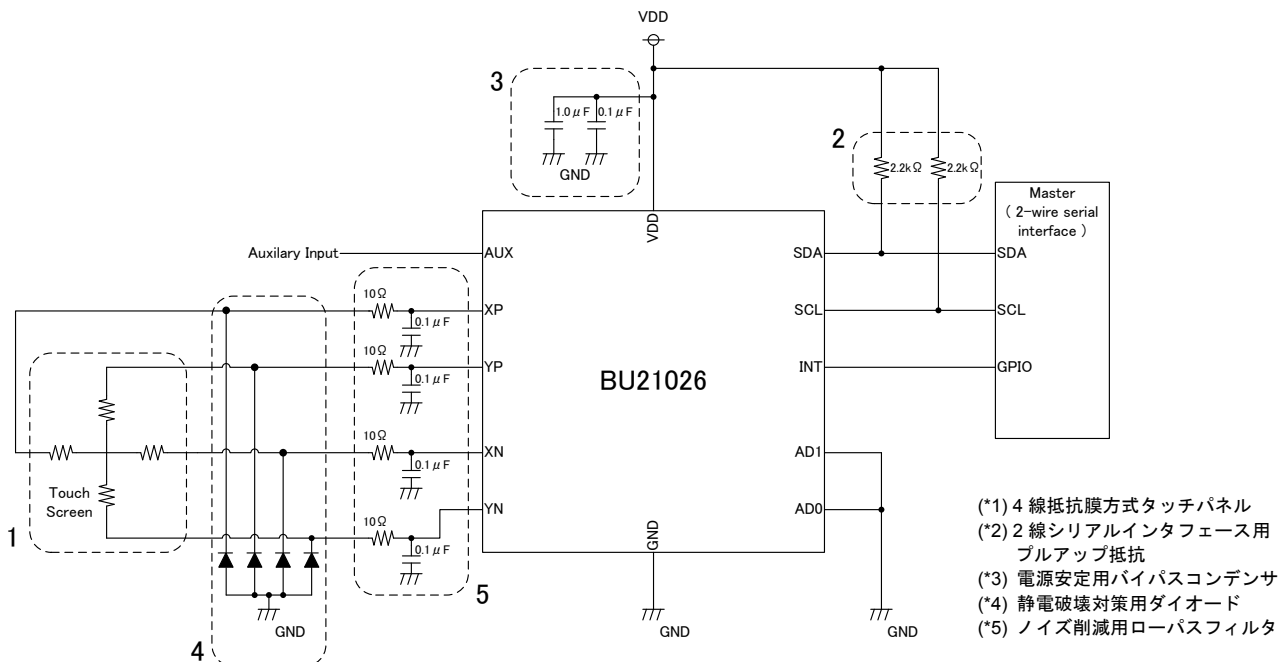
W(Typ) x D(Typ) x H(Max)
4.00mm x 4.00mm x 1.00mm



用途

- 4 線式抵抗膜方式タッチパネルによる UI(User Interface)を内蔵する機器
- スマートフォン, PDA(Personal Digital Assistant)など携帯情報端末
- DSC(Digital Still Camera), DVC(Digital Video Camera), TV など映像機器
- ノート PC, プリンタなど PC 及び PC 周辺機器

基本アプリケーション回路



○製品構造：シリコンモノリシック集積回路 ○耐放射線設計はしていません

www.rohm.co.jp

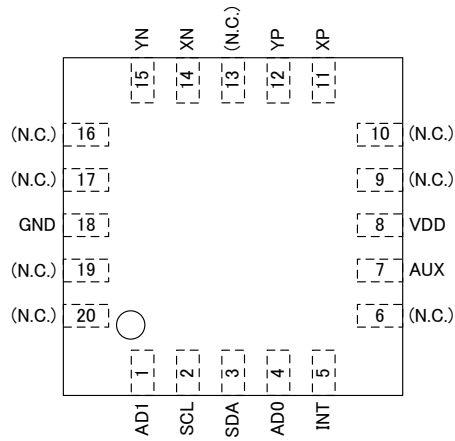
© 2016 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.

TSZ22111 · 14 · 001

目次

概要	1
重要特性	1
パッケージ	1
用途	1
基本アプリケーション回路	1
目次	2
端子配置図	3
端子説明	3
端子等価回路図	3
ブロック図	4
各ブロック動作説明	4
パワーオンリセット	4
A/D コンバータ	4
タッチパネルインタフェース	4
タッチ検出回路	5
デジタルフィルタ	5
絶対最大定格	6
熱抵抗 ^(Note 1)	6
推奨動作条件	6
電気的特性	6
パワーオンリセットタイミング仕様	7
2線シリアルインタフェースタイミング仕様	7
2線シリアルインタフェース	8
スタート条件	8
ストップ条件	8
データ転送	8
アクノリッジビット(送信時)	8
アクノリッジビット(受信時)	8
アドレスバイト	8
コマンドバイト	9
ライトプロトコル	11
リードプロトコル	12
検出方法	13
座標検出	13
筆圧測定	13
A/D 変換時間	14
スループット	14
使用上の注意	15
発注形名情報	17
標印図	17
外形寸法図と包装・フォーミング仕様	18
改訂履歴	19

端子配置図



TOP VIEW

端子説明

端子番号	記号	I/O	機能	等価回路
1	AD1	I	スレーブアドレス ビット1 選択	A
2	SCL	I/O	シリアルクロック	B
3	SDA	I/O	シリアルデータ	B
4	AD0	I	スレーブアドレス ビット0 選択	A
5	INT	O	割り込み出力 “L” アクティブ.	A
6	-	-	(N.C.)	-
7	AUX	I	アナログ汎用入力	C
8	VDD	-	電源	-
9	-	-	(N.C.)	-
10	-	-	(N.C.)	-
11	XP	I/O	パネルインタフェース	C
12	YP	I/O	パネルインタフェース	C
13	-	-	(N.C.)	-
14	XN	I/O	パネルインタフェース	C
15	YN	I/O	パネルインタフェース	C
16	-	-	(N.C.)	-
17	-	-	(N.C.)	-
18	GND	-	グラウンド	-
19	-	-	(N.C.)	-
20	-	-	(N.C.)	-

端子等価回路図

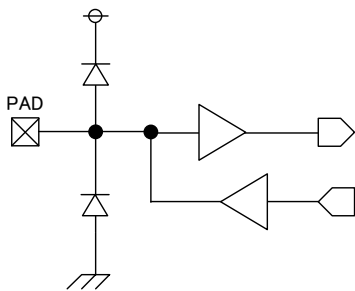


Figure. A

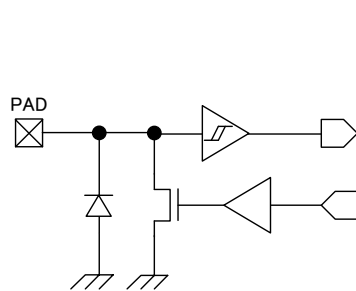


Figure. B

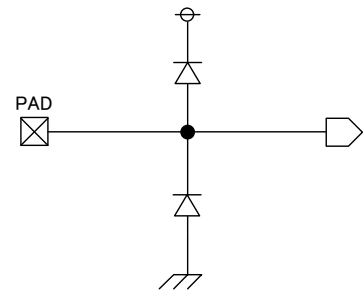
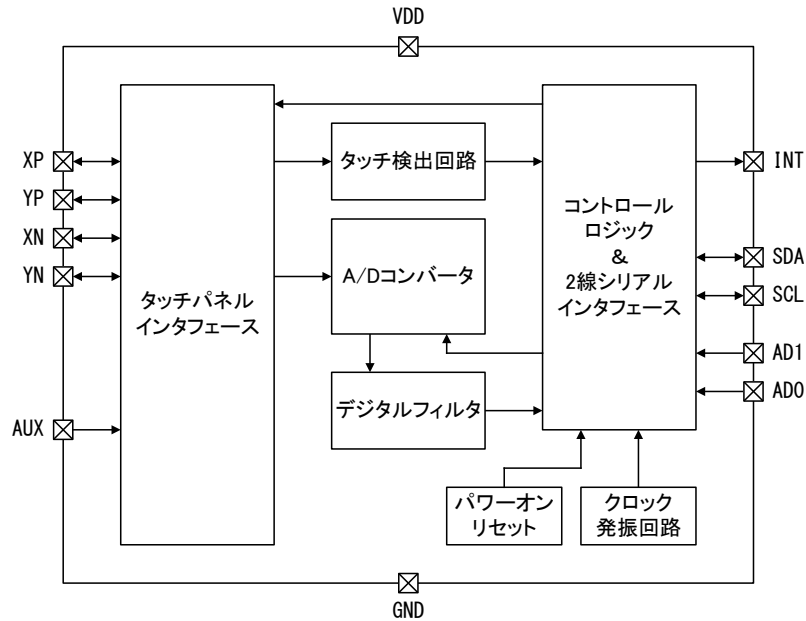


Figure. C

ブロック図



各ブロック動作説明

パワーオンリセット

パワーオンリセットタイミング仕様を順守してください。パワーオンリセットタイミング仕様を満たさない場合、BU21026MUV の内部状態が不定となる場合があります。デバイス準備時間経過後からタッチ検出とシリアル通信が可能になります。

A/D コンバータ

BU21026MUV には 12 ビット逐次比較型アナログデジタル変換(A/D)コンバータが内蔵されています。この A/D コンバータは座標やアナログ汎用入力変換に使用されます。出力データ形式はストレートバイナリに対応しています。

A/D コンバータ出力データ形式

入力電圧	出力コード
(VREF - 1.5LSB) ~ VREF	FFFh
(VREF - 2.5LSB) ~ (VREF - 1.5LSB)	FFEh
(VREF - 3.5LSB) ~ (VREF - 2.5LSB)	FFDh
⋮	⋮
1.5LSB ~ 2.5LSB	002h
0.5LSB ~ 1.5LSB	001h
0 ~ 0.5LSB	000h

注: VREF = VREFP - VREFN, LSB = VREF / 4095

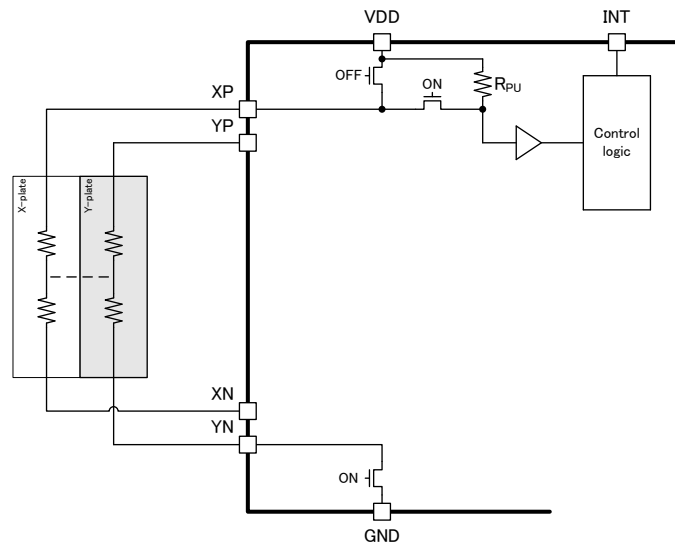
タッチパネルインタフェース

タッチパネルインタフェースは複数のアナログスイッチにより構成されています。これらのスイッチはパネルへの印加及び A/D コンバータへのアナログ入力選択に使用されます。マスタから送られたコマンドによってパネルインタフェースへの印加及び A/D コンバータへの入力が決まります。

タッチ検出回路

BU21026MUV のタッチ検出機能は起動後に自動で有効になります。タッチ検出機能有効時は INT 端子によってパネルがタッチされているかをマスタに通知します。パネルがタッチされている間 INT 端子出力が”L”になります。タッチ検出機能有効時では XP 端子はプルアップ抵抗(R_{PU})を通して電源に接続され、YN 端子は GND 接続状態となります。プルアップ抵抗はセットアップコマンドで 50k Ω (デフォルト) と 90k Ω から選択可能です。パネルがタッチされていない場合、XP 端子の電圧はプルアップ抵抗を通じて”H”になります。パネルがタッチされた場合、XP 端子の電圧はパネルを通じて YN 端子の GND に接続され”L”になり、タッチが検出されます。

セットアップ(1011)以外のコマンドが送られた場合、タッチ検出機能は無効になり、XP 端子からプルアップ抵抗が切り離されます。さらにコマンド種類によって INT 端子出力が”H”か”L”に固定されます。詳細は後述の Table 3 を参照してください。コマンドがソフトリセット(0101)の場合、2 回目の ACK タイミングの後で再びタッチ検出機能が有効となります。コマンドが PD=0 を含む A/D 変換命令だった場合、A/D 変換終了後にタッチ検出機能が有効となります。コマンドがドライブ命令もしくは PD=1 を含む A/D 変換命令だった場合は自動ではタッチ検出機能は有効となりません。有効にするためには前述したタッチ検出機能が有効になるコマンドをマスタが送る必要があります。また、パワー設定コマンドは A/D 命令と同様の動きをします。



タッチ検出回路

デジタルフィルタ

BU21026MUV にはノイズによる影響を減らすためのデジタルフィルタとしてメディアンアベレージフィルタ(MAF)が内蔵されています。MAF 有効時、変換コマンドを受け取ると A/D 変換を 7 回連続で行い、変換結果をソートします。このとき出力される A/D 変換結果はソート後の中央 3 データを平均化した値になります。上記のフィルタリングを行った場合群外れのデータは結果に影響しません。そのため一般的な平均化処理によるフィルタと比べ MAF はノイズ除去性能が高くなります。MAF 無効時は変換コマンドを受け取ると A/D 変換を 1 回行い、その結果を出力します。MAF はデフォルトで有効になっており、セットアップコマンドで変更することができます。

絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	VDD	-0.3 ~ 4.5	V
端子印加電圧	VIN	-0.3 ~ VDD+0.3	V
保存温度範囲	Tstg	-50 ~ 125	°C

注意：印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施して頂けるようご検討をお願いします。

熱抵抗 (Note 1)

項目	記号	熱抵抗(Typ)		単位
		1層基板 (Note 3)	4層基板 (Note 4)	
VQFN020V4040				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	153.9	37.4	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ (Note 2)	Ψ_{JT}	13	7	°C/W

(Note 1) JESD51-2A(Still-Air) に準拠。

(Note 2) ジャンクションからパッケージ (モールド部分) 上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1層	FR-4	114.3mm x 76.2mm x 1.57mm
1層目 (表面) 銅箔		
銅箔パターン	銅箔厚	
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μ m	

(Note 4) JESD51-5.7 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア (Note 5)		
			ピッチ	直径	
4層	FR-4	114.3mm x 76.2mm x 1.6mm	1.20mm	Φ 0.30mm	
1層目 (表面) 銅箔		2層目、3層目 (内層) 銅箔		4層目 (裏面) 銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μ m	74.2mm \square (正方形)	35 μ m	74.2mm \square (正方形)	70 μ m

(Note 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

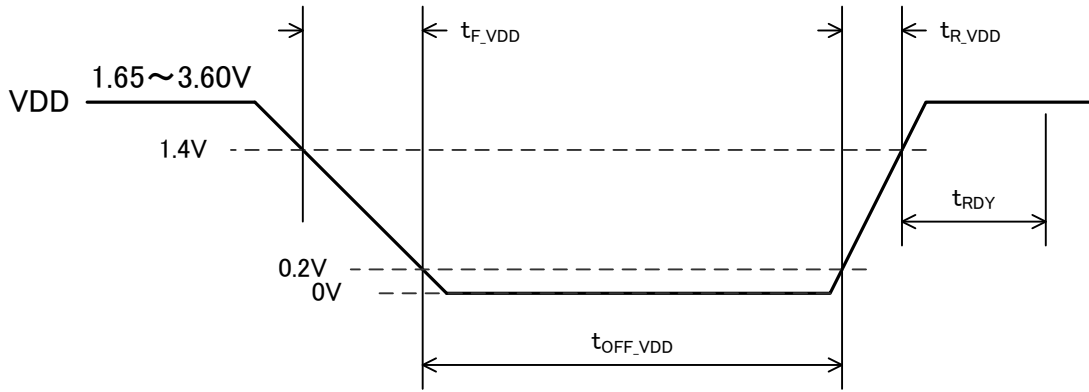
推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	VDD	1.65	3.00	3.60	V
動作温度	Tj	-30	25	85	°C

電気的特性 (特に指定のない限り Tj=25[°C], VDD=3.00[V], GND=0.00[V])

項目	記号	最小	標準	最大	単位	条件
低レベル入力電圧	VIL	-0.3	-	0.3xVDD	V	
高レベル入力電圧	VIH	0.7xVDD	-	VDD+0.3	V	
低レベル出力電圧	VOL	0	-	0.2	V	IL = 3.6 [mA]
高レベル出力電圧	VOH	VDD-0.2	-	VDD	V	IL = -3.6 [mA]
A/D 分解能	AD	-	-	12	Bits	8/12 ビット選択可能
微分非直線性誤差	DNL	-3.5	-	3.5	LSB	
積分非直線性誤差	INL	-5	-	5	LSB	
内部クロック周波数	Freq	2.6	4.0	5.1	MHz	
動作電流	I _{dd}	-	120	450	μ A	8.2[kSPS](動作スループット)
待機電流	I _{st}	-	-	0.8	μ A	リセット解除後

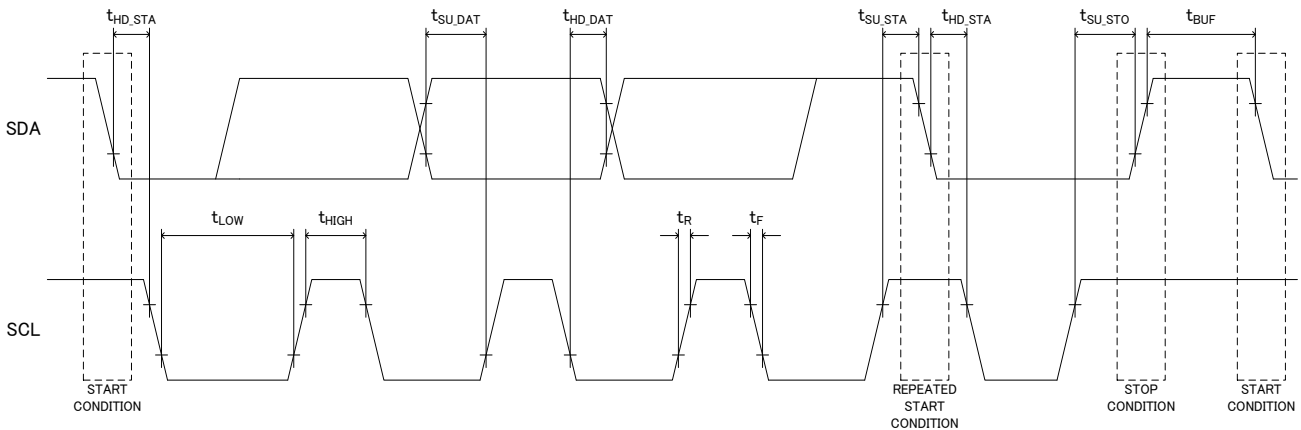
パワーオンリセットタイミグ仕様



特に記述のない場合、 $T_j=25[^\circ\text{C}]$, $\text{GND}=0.00[\text{V}]$

項目	記号	規格値			単位	備考
		最小	標準	最大		
VDD オフ時間	t_{OFF_VDD}	0.3	-	-	s	
VDD 立ち上がり時間	t_{R_VDD}	10	-	100	us	
VDD 立ち下がり時間	t_{F_VDD}	0.5	-	-	ms	
デバイス準備時間	t_{RDY}	-	-	2	ms	

2線シリアルインタフェースタイミグ仕様



特に記述のない場合、 $T_j=25[^\circ\text{C}]$, $\text{VDD}=3.00[\text{V}]$, $\text{GND}=0.00[\text{V}]$

項目	記号	規格値			単位	備考
		最小	標準	最大		
SCL クロック周波数	f_{SCL}	-	-	400	KHz	
スタート (リスタート) 条件ホールド時間	t_{HD_STA}	0.6	-	-	us	
SCL の"l"期間	t_{LOW}	1.3	-	-	us	
SCL の"h"期間	t_{HIGH}	0.6	-	-	us	
リスタート条件セットアップ時間	t_{SU_STA}	0.6	-	-	us	
データホールド時間	t_{HD_DAT}	0	-	0.9	us	
データセットアップ時間	t_{SU_DAT}	100	-	-	ns	
SCL と SDA の立ち上がり時間	t_R	20	-	300	ns	
SCL と SDA の立ち下がり時間	t_F	20	-	300	ns	
ストップ条件セットアップ時間	t_{SU_STO}	0.6	-	-	us	
ストップからスタート条件までのバス開放時間	t_{BUF}	1.3	-	-	us	

2 線シリアルインタフェース

BU21026MUV は 2 線シリアルインタフェースに対応しています。通信制御を行うデバイスをマスタ、マスタによって制御されるデバイスをスレーブと呼び、BU21026MUV はスレーブとして動作します。2 線シリアルインタフェースは SCL と SDA で接続します。

2 線シリアルインタフェースにはライトとリードの 2 つのプロトコルがあります。ライトプロトコルはスタート、アドレスバイト、コマンドバイトとストップから、リードプロトコルはスタート、アドレスバイト、データバイトとストップからそれぞれ構成されます。

スタート条件

SCL が "H" 状態での SDA の立ち下りエッジがスタート条件となります。BU21026MUV はスタート条件によってデータ送受信可能状態になります。スタート条件が満たされた場合、タイミングに関わらずスタート条件（リスタート条件）として再認識します。

ストップ条件

SCL が "H" 状態での SDA の立ち上がりエッジがストップ条件となります。ストップ条件によってデータ送受信可能状態が解除されます。

データ転送

データ転送は MSB ファースト、1 バイト単位で行います。1 バイトデータ転送毎にアクリッジビットが必要になります。SCL 立ち上がりエッジで SDA の状態をデータとして取り込みます。データとして SDA の状態を変化させる場合は SCL が "L" になっている状態で行ってください。SCL が "H" の期間に SDA が遷移した場合、スタート条件またはストップ条件として認識されます。

アクリッジビット(送信時)

マスタが BU21026MUV への 1 バイトデータ送信を行った後のアクリッジビットは BU21026MUV がマスタに対して応答を返すために使用されます。この時マスタは SDA をハイインピーダンス状態にする必要が有ります。BU21026MUV が有効な 1 バイトデータを受け取った場合、SDA を "L" (ACK) にします。それ以外の場合は "H" (NACK) になります。

アクリッジビット(受信時)

マスタが BU21026MUV からの 1 バイトデータ受信を行った後のアクリッジビットは BU21026MUV がデータ送信を継続するかの選択に使用されます。この場合マスタが SDA を操作する必要が有ります。SDA が "L" (ACK) の場合、BU21026MUV はデータ送信を継続します。"H" (NACK) の場合は送信をやめて待機状態となります。

アドレスバイト

BU21026MUV はスタート条件後の 1 バイトデータをアドレスバイトとして認識します。アドレスバイトはデバイス指定用 7 ビットスレーブアドレスとリードライトビット(R/WB)で構成されます。受信したデータが自身の持つスレーブアドレスと一致した場合、ACK を返し、次のデータ送受信を有効にします。一致しなかった場合 NACK を返し、送受信を終了します。BU21026MUV の 7 ビットスレーブアドレスの上位 5 ビットは "10010" に固定されており、下位 2 ビットは AD1 端子と AD0 端子の印加状態で決定されます。最後のリードライトビットは通信方向を示しており、0 の場合はマスタが BU21026MUV へライトすることを、1 の場合はマスタが BU21026MUV からリードすることをそれぞれ示します。

Table 1. アドレスバイト

BIT	MSB							LSB
	7	6	5	4	3	2	1	0
名前	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	R/WB
スレーブ	1	0	0	1	0	AD1	AD0	-

BIT 7-1 : S6-0

スレーブアドレス スレーブアドレスを設定します。

BIT 0 : R/WB

- 0: マスタが BU21026MUV へライトします。
- 1: マスタが BU21026MUV からリードします。

コマンドバイト

ライト時はアドレスバイトに続きコマンドバイトを送信します。コマンドバイトの上位 4 ビットはオペコード、下位 4 ビットはオペランドになります。オペランドの役割はオペコードによって変化します。

Table 2. コマンドバイト

BIT	MSB							LSB
	7	6	5	4	3	2	1	0
名前	C3	C2	C1	C0	O3	O2	O1	O0

BIT 7-4 : C3-0

オペコード 送られたコマンドの動作を指定します。詳細は Table 3 を参照してください。

BIT 3-0 : O3-0

オペランド オペコードによって役割が変化します。全部で 3 タイプあり、オペコードが“0101”の場合は 2、“1011”の場合は 1、それ以外の場合は 0 になります。詳細は Table 3 と 4 を参照してください。

Table 3. オペコード機能

C3	C2	C1	C0	機能	A/D 入力	X ドライバ	Y ドライバ	INT 出力	オペランド タイプ
0	0	0	0	パワー設定	OFF	OFF	OFF	H	0
0	0	0	1	Reserved	-	-	-	-	-
0	0	1	0	AUX 測定	AUX	OFF	OFF	H	0
0	0	1	1	Reserved	-	-	-	-	-
0	1	0	0	パワー設定	OFF	OFF	OFF	H	0
0	1	0	1	ソフトウェアリセット	OFF	OFF	OFF	H	2
0	1	1	0	Reserved	-	-	-	-	-
0	1	1	1	Reserved	-	-	-	-	-
1	0	0	0	X 印加	OFF	ON	OFF	L	0
1	0	0	1	Y 印加	OFF	OFF	ON	L	0
1	0	1	0	Z 印加	OFF	XN-ON	YP-ON	L	0
1	0	1	1	セットアップ	Keep	Keep	Keep	Keep	1
1	1	0	0	X 座標測定	YP	ON	OFF	L	0
1	1	0	1	Y 座標測定	XP	OFF	ON	L	0
1	1	1	0	Z1 座標測定	YN	XN-ON	YP-ON	L	0
1	1	1	1	Z2 座標測定	XP	XN-ON	YP-ON	L	0

パワー設定(0000, 0100)

この命令はドライブ命令後に A/D 変換なしでタッチ検出状態に戻すのに使用します。命令実行後は A/D 変換結果は 0 になります。

ソフトウェアリセット(0101)

A/D 変換結果、セットアップがリセットされ、アナログブロックは起動時の状態になります。A/D 変換中だった場合 A/D 変換も停止します。

X 印加(1000), Y 印加(1001), Z 印加(1010)

コードに従ってパネル印加を開始します。オペランドの PD は無視され、パネル印加を変更する命令が送られるまでパネル印加は継続されます。

AUX 測定(0010), X 座標測定(1100), Y 座標測定(1101), Z1 座標測定(1110), Z2 座標測定(1111)

パネルへの印加と A/D 変換を行います。オペランドの PD 設定により変換終了後の動作が変化します。

セットアップ(1011)

専用のオペランドをもち、メディアアンアペレージフィルタ設定とプルアップ抵抗設定が行えます。詳細は Table 4 を参照してください。

Table 4. タイプ別オペランド機能

オペランドタイプ	O3	O2	O1	O0
0	X	PD	M	X
1	L1	L0	MAF	PU90
2	X	X	X	X

オペランドタイプ 0

O3 : X

任意 値は無視されます。

O2 : PD

パワーダウン設定

0 : A/D 変換終了後にアナログブロックをオフし、タッチ検出状態にします。

1 : A/D 変換終了後にアナログブロックをオフせず、A/D 変換時の状態を保持します。

A/D コンバータをオフしないため、連続変換する際にデータが安定します。

O1 : M

A/D 変換モード設定

0 : 12 ビット精度で A/D 変換を行います。A/D 変換クロックは標準で 1MHz になります。

1 : 8 ビット精度で A/D 変換を行います。A/D 変換クロックは標準で 2MHz になります。

O0 : X

任意 値は無視されます。

オペランドタイプ 1

O3 -2: L1-0

L 固定レジスタ 必ず“00”をライトしてください。

O1 : MAF

メディアンアベレージフィルタ (MAF) 設定

0 : MAF を有効にします。(default)

1 : MAF を無効にします。

O0 : PU90

プルアップ抵抗設定

0 : プルアップ抵抗を 50 kΩ に設定します。(default)

1 : プルアップ抵抗を 90 kΩ に設定します。

オペランドタイプ 2

O3 -0: X

任意 値は無視されます。

ライトプロトコル

データライトはマスタがスタート条件に続いて Table 1 に示すようにスレーブアドレスとライト指定の"0"を含むアドレスバイトを送ることで開始します。BU21026MUV が受け取ったスレーブアドレスが自身のスレーブアドレスと一致した場合、マスタへ ACK を返します。マスタは ACK を受け取った後、コマンドバイトを転送します。BU21026MUV はコマンドバイトを受け取った後、再び ACK をマスタへ返します。その後マスタはストップかリスタート条件を送り、ライトを終了します。

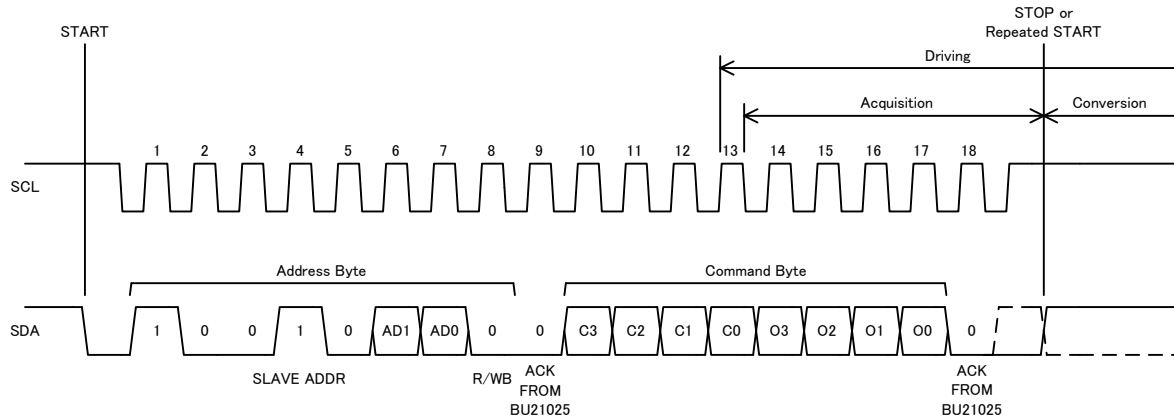


Figure 1. ライトプロトコル

ソフトウェアリセットとセットアップコマンド以外を受け取った場合、C0 がラッチされる SCL の立ち上がりエッジ (Figure 1 の 13 番目) でタッチパネルへの印加を開始します。さらに A/D 変換を必要とするコマンドだった場合、次の SCL 立ち下がりエッジで A/D コンバータのサンプリングを開始します。最後にストップかリスタート条件を受け取るとサンプリングを終了し A/D 変換を開始します。

A/D 変換中に新しいコマンドを受け取った場合、ソフトリセット以外のコマンドは無視します。コマンドを無視した場合、コマンドバイトの ACK タイミング (Figure 1 の 18 番目) に NACK を返します。

リードプロトコル

データリードはマスタがスタート条件に続いて Table 1 に示すようにスレーブアドレスとリード指定の"1"を含むアドレスバイトを送ることで開始します。BU21026MUV が受け取ったスレーブアドレスが自身のスレーブアドレスと一致した場合、マスタへ ACK を返します。次に BU21026MUV は保持されている 12 ビットの A/D 変換結果のうちの上位 8 ビットをデータバイト 1 としてマスタに送り、ACK を待ちます。マスタからの ACK を受け取った後、データバイト 2 を送ります。データバイト 2 の上位 4 ビットは未だ転送していない 12 ビットの A/D 変換結果のうちの下位 4 ビットになり、データバイト 2 の下位 4 ビットはすべて 0 になります。次の ACK タイミングでマスタは NACK を送り、続けてストップかリスタート条件を送りリードを終了します。ただし BU21026MUV はデータバイト 2 を転送した後は ACK の状態に関わらず転送を終了します。そのためマスタが ACK を送りリードを続けた場合 0xFF がリードされます。8 ビットモード時は A/D 変換結果はすべてデータバイト 1 に入っているため、データバイト 2 をリードする必要はありません。

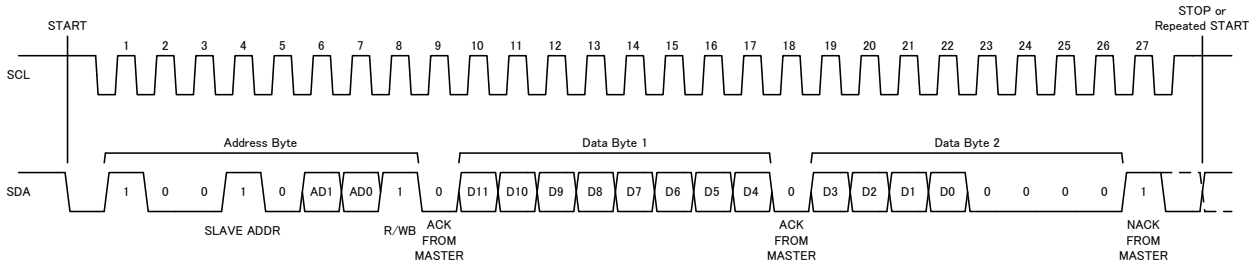


Figure 2. リードプロトコル

リード命令のアドレスバイト後 ACK タイミングの SCL 立下りエッジまでに A/D 変換が完了していなかった場合、SCL がストレッチされます。この状態では BU21026MUV によって SCL が"L"に固定され、SDA の値は不要なデータとなります。この状態は A/D 変換が終了し変換結果が SDA に設定されると解除されます。解除後はマスタが SCL を制御することが可能となり、データリードを続けることができます。

ストレッチ機能を使用する場合、A/D 変換コマンド後にすぐにリードを開始することが可能ですが、A/D 変換の精度を求める場合、A/D 変換後にリードを開始してください。A/D 変換時間の詳細は Table 5 を参照してください。

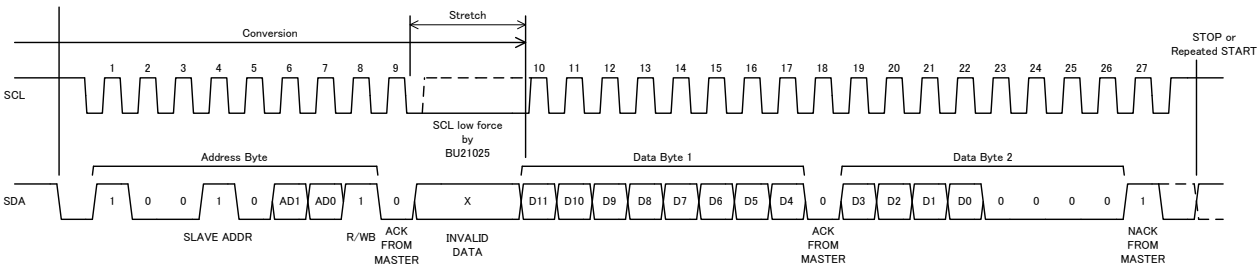


Figure 3. リード時のストレッチ

検出方法

座標検出

一般的に4線式抵抗膜方式タッチパネルはXとYの2層の抵抗膜を主として構成されています。パネルが押された時にこの2層が接触する作りになっています。

座標は片方のパネルに電圧を印加し、もう一方のパネルの電圧を測定することで検出できます。印加電圧をタッチ位置で分圧した値が測定電圧となるためです。X座標検出時はXパネルに電圧を印加し、Yパネルの電圧を測定します。Y座標検出時はYパネルに電圧を印加し、Xパネルの電圧を測定します。座標を得るためにはマスタはXとYの2回の検出を行う必要があります。パネルがタッチされていない場合、測定パネルは印加パネルに対してハイインピーダンスになります。そのため測定パネルの電圧が不定となり、A/D変換結果も不定になります。そのままA/D変換結果を使用した場合座標飛びなどが発生しますのでソフトウェア上でフィルタリングするなどの対策が必要となります。

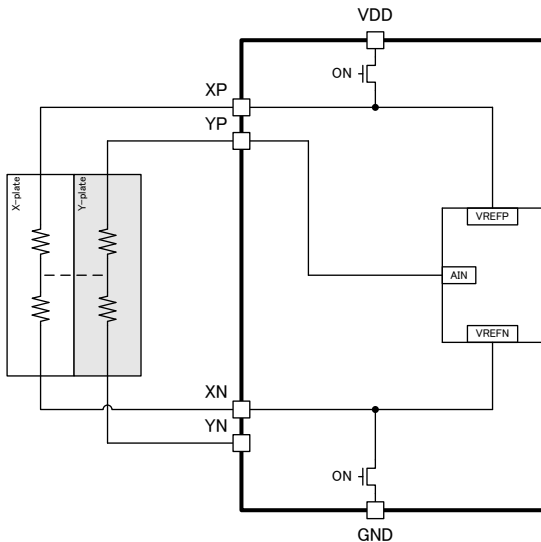


Figure 4. X座標検出

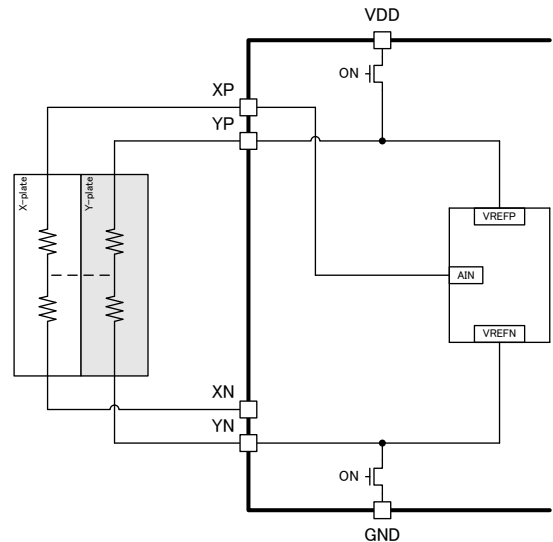


Figure 5. Y座標検出

筆圧測定

筆圧測定には2つの方法があります。1つ目はXパネルの抵抗値($R_{X\text{-plate}}$)が既知の場合に使用できます。この方法では筆圧(R_{TOUCH})を計算するためにX座標とFigure 6とFigure 7で示される方法で測定するZ1座標とZ2座標が必要になります。計算式は以下のようになります。

$$R_{\text{TOUCH}} = R_{X\text{-plate}} \cdot \frac{X_{\text{position}}}{4096} \left(\frac{Z_2}{Z_1} - 1 \right)$$

2つ目の方法ではXパネルの抵抗値とYパネルの抵抗値($R_{Y\text{-plate}}$)が既知である必要があります。この方法で筆圧を計算するにはX座標とY座標とZ1座標が必要となり、計算式は以下のようになります。

$$R_{\text{TOUCH}} = \frac{R_{X\text{-plate}} \cdot X_{\text{position}}}{4096} \cdot \left(\frac{4096}{Z_1} - 1 \right) - R_{Y\text{-plate}} \cdot \left(1 - \frac{Y_{\text{position}}}{4096} \right)$$

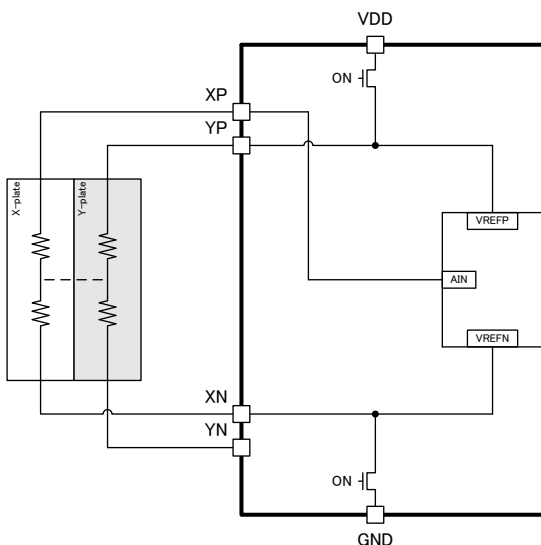


Figure 6. Z1座標検出

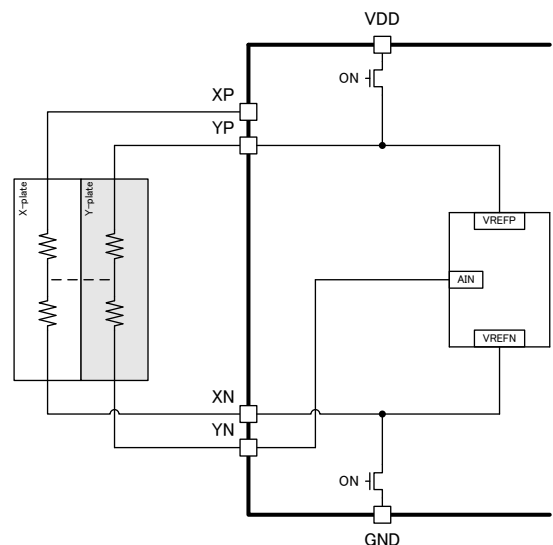


Figure 7. Z2座標検出

A/D 変換時間

MAF が無効な場合、A/D 変換には 12 ビットモードで 66 内部クロック(CCLK)、8 ビットモードで 38CCLK 必要です。MAF が有効な場合、12 ビットモードで 476CCLK、8 ビットモードで 244CCLK 必要です。MAF 有効時は A/D 変換を 7 回行うため必要クロック数が多くなります。

Table 5 には A/D 変換に必要なクロック数と時間が示されています。クロック数と時間は A/D 変換コマンド後のストップリスタート条件からの値となります。また時間は CCLK を標準の 4MHz として計算しています。

Table 5. A/D 変換時間(CCLK4MHz 時)

MAF	モード	CCLK 数	時間 [us]
有効	12-bit	476	119.0
	8-bit	244	61.0
無効	12-bit	66	16.5
	8-bit	38	9.5

スループット

A/D 変換データを得るためにマスタは A/D 変換コマンドとリードコマンドを送る必要があります。そのためスループットには 2 線シリアルインタフェース通信速度が影響します。ライトコマンドには 20SCL、リードコマンドには 29SCL(12 ビットモード)か 20SCL(8 ビットモード)必要になります。スタート及びストップ条件は 1SCL としてカウントしています。

例えば SCL 周波数が 400kHz だった場合、1 周期は 2.5us となります。さらに 12 ビットモードで MAF が有効とすると A/D 変換に掛かる時間は $49 \times 2.5 \text{ us} + 119.0 \text{ us} = 241.5 \text{ us}$ となります。よって制御スループットは 4.14 kSPS となります。MAF 状態では 1 回の変換コマンドで A/D 変換が 7 回行われます。そのため動作スループットはその 7 倍となり、28.99 kSPS となります。

Table 6. 制御スループットと動作スループット

2 線シリアル インタフェース 周波数	MAF	モード	SCL 数	A/D 変換時間 [us]	サンプリング 周期 [us]	制御 スループット [kSPS]	動作 スループット [kSPS]
100 kHz (10us period)	有効	12-bit	49	119.0	609.0	1.64	11.49
		8-bit	40	61.0	461.0	2.17	15.18
	無効	12-bit	49	16.5	506.5	1.97	-
		8-bit	40	9.5	409.5	2.44	-
400 kHz (2.5us period)	有効	12-bit	49	119.0	241.5	4.14	28.99
		8-bit	40	61.0	161.0	6.21	43.48
	無効	12-bit	49	16.5	139.0	7.19	-
		8-bit	40	9.5	109.5	9.13	-

使用上の注意

1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

2. 電源ラインについて

基板パターンの設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量低下が起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

3. グラウンド電位について

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。

4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

5. 熱設計について

万一、最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。本仕様書の絶対最大定格に記載しています最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなどの対策をして、最高接合部温度を超えないようにしてください。

6. 推奨動作条件について

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることができる範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。

7. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

8. 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用では、まれに誤動作する可能性がありますのでご注意ください。

9. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低いピンにコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

10. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けた場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

11. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でたわわっていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

12. 各入力端子について

LSI の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的に形成されます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因となり得ます。したがって、入力端子にグラウンドより低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分注意してください。また、LSI に電源電圧を印加していない時、入力端子に電圧を印加しないでください。さらに、電源電圧を印加している場合にも、各入力端子は電源電圧以下の電圧もしくは電気的特性の保証値内とってください。

使用上の注意 — 続き

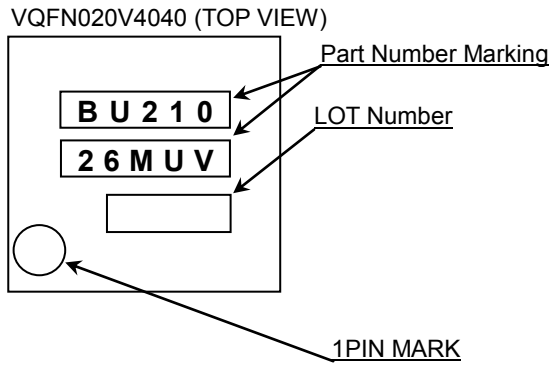
13. セラミック・コンデンサの特性変動について

外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮のうえ定数を決定してください。

発注形名情報



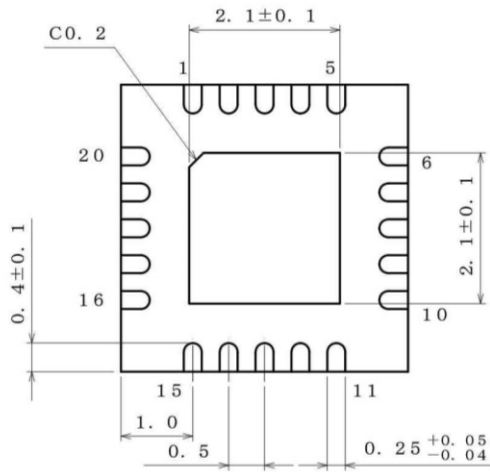
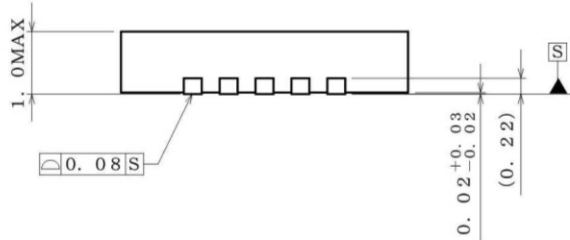
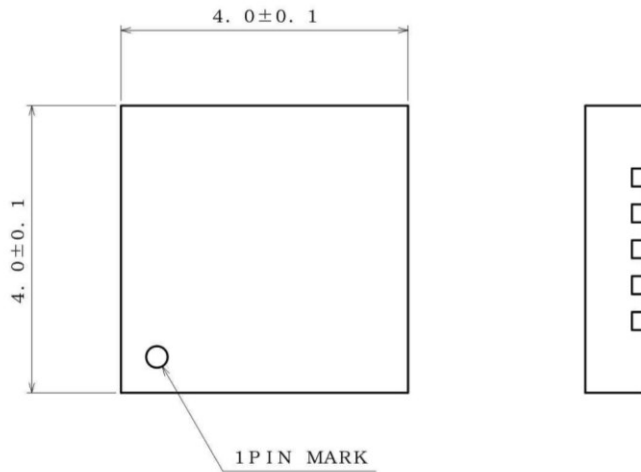
標印図



標印	パッケージ	発注可能形名
BU21026MUV	VQFN020V4040	BU21026MUV-E2

外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	VQFN020V4040
--------------	--------------



(UNIT : mm)
 PKG : VQFN020V4040
 Drawing No. EX474-5001-1

<包装仕様>

包装形態	エンボステーピング
包装数量	2500pcs
包装方向	E2 (リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに) 製品の1番ピンが左上にくる方向)

※ご発注の際は、包装数量の倍数でお願い致します。

改訂履歴

日付	版	変更内容
2016.08.04	001	新規作成

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器^(Note 1)、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

2. 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、かかる誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
 - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
 - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
3. 本製品は、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合。
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用。
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合（無洗浄タイプのフラックスを使用された場合も、残渣の洗浄は確実に行うことをお勧め致します）、又ははんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合。
 - ⑧本製品が結露するような場所でのご使用。
4. 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
5. 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
6. パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
7. 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
8. 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
9. 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

実装及び基板設計上の注意事項

1. ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
2. はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と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又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

静電気に対する注意事項

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。(人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等)

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ①潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ②推奨温度、湿度以外での保管
 - ③直射日光や結露する場所での保管
 - ④強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き(梱包箱に表示されている天面方向)で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

製品廃棄上の注意事項

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は外国為替及び外国貿易法に定める規制貨物等に該当するおそれがありますので輸出する場合には、ロームにお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等(ソフトウェア含む)との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

その他の注意事項

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

一般的な注意事項

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、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。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。