

AVR211 : ウェハー レベル チップ° スケール 外 囲 器

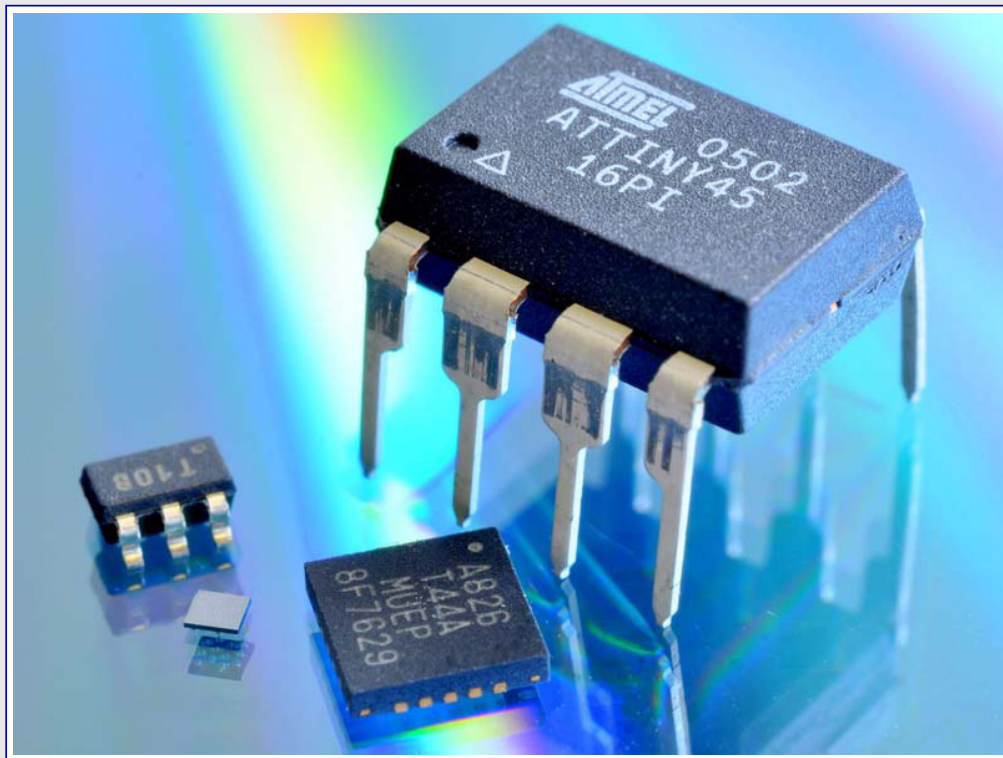
要 点

- ・ 可能な最小外形要素を用いる統合を許容
 - 外装されたデバイスは事実上ダイと同じ大きさです。
- ・ 小さな設置面接と外囲器高
- ・ ダイとPCB間の低インダクタンス
- ・ 高い熱伝導特性
- ・ 短い製造周期時間
- ・ 軽量:リード枠、成形材料、基材なし

1. 序 説

ウェハー レベル チップ° スケール 外 囲 器 (WLCSP) は事実上ダイと同じ大きさのデバイスに帰着する、ウェハー レベルで統合された回路を外装する技術を提供します。名称はデバイスが外装されることを意味するとは言え、裸のダイは実際にその後には外囲器搬送体や機材への直接接続に使われる環境保護層と半田玉を追加するように変更されます。WLCSP技術は可能な最小外形要素を用いる設計に於いて統合されることをデバイスに許します。WLCSPデバイスは面実装組み立てラインで追加の処理段階を全く必要としません。

図1-1. 大きさ比較(最大⇒最小):DIP,VQFN,SOT,WLCSP



8ビット **AVR**[®]
マイクロコントローラ

応 用 記 述

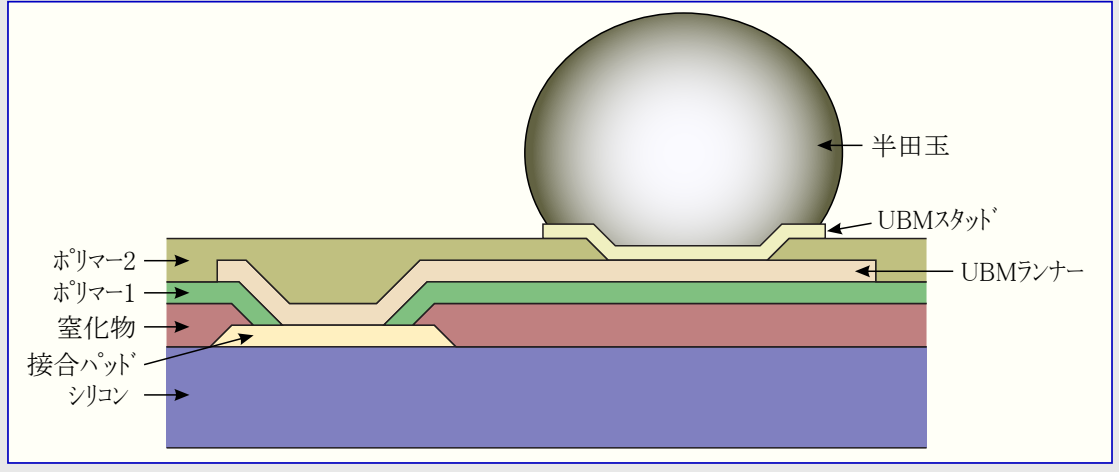
本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Atmel社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 42007A-06/12, 42007AJ1-02/21

2. 概要

伝統的な集積回路の外装処理はデバイスシリコンウェハーから切り取って、デバイスをリード枠または基材搬送体上に付着し、デバイスをリード枠または基材搬送体に線接合(ワイヤボンディング)し、その後最終的な外囲器を形成するための外装皮膜を含みます。ウェハーレベルチップスケール外囲器では、生のダイがデバイスに直接付着される半田玉を持つように処理され、外部的な覆いと配線の必要を取り去ります。図2-1をご覧ください。

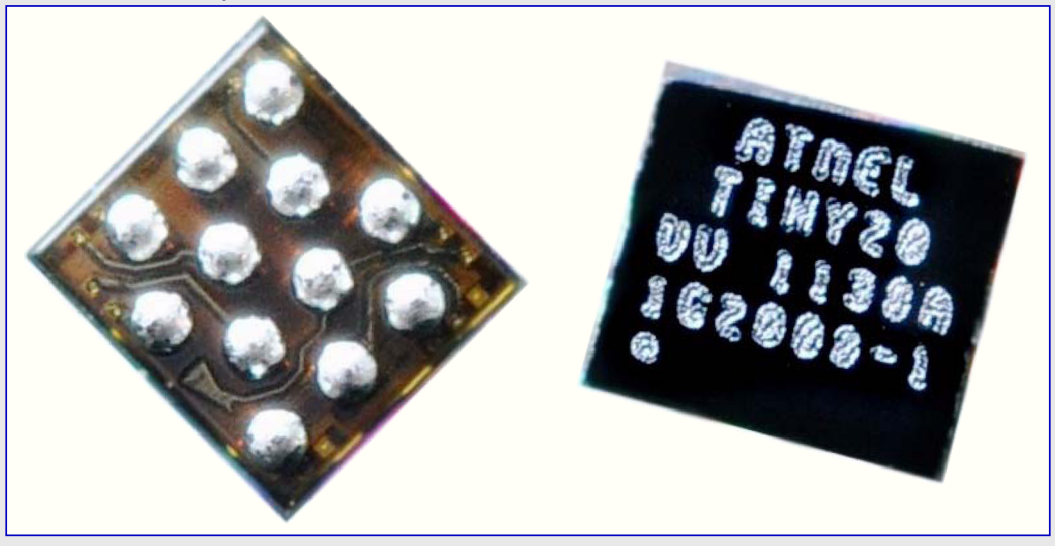
図2-1. Atmel® WLCSPデバイスの一部の断面



シリコンのダイはパッド開口部を除き、窒化物不活性層で覆われます。その後金属化合物再分配トレース層によって後続されるポリマー絶縁体が追加されます。アンダーバンプメタル(UBM: Under Bump Metalization)堆積によって後続される、別のポリマー絶縁層が追加されます。半田玉は各UBMスタッド上に付着されます。

処理後、デバイスは本質的に、伝統的な回路基板組み立て処理に適合するピッチで取り付けされる、半田玉の配列様式を持つダイです。チップを保護するための外部的な包装材料が全く必要ありません。図2-2をご覧ください。

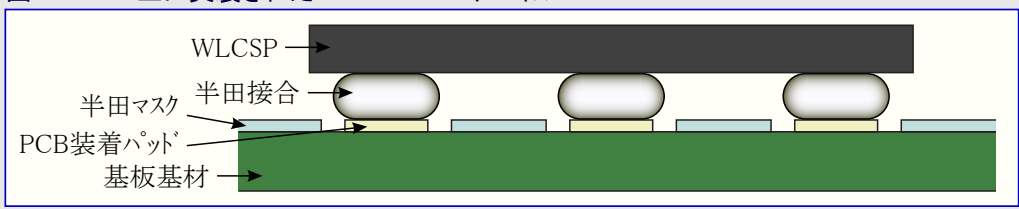
図2-2. Atmel ATtiny20 WLCSPの表面と裏面



2.1. 実装

ダイは基材金属ランド上のバンプ側下に置かれ、その後半田融解と接合形成のためのリフロー処理を用いて電気的な接続が行われます。図2-3をご覧ください。

図2-3. PCB上に実装されたAtmel WLCSPデバイス



半田はダイを基板に取り付けます。任意で、半田接合の信頼性を更に強化するために電気絶縁封止剤が追加されます。

3. 印刷回路基板設計

代表的に、WLCSPの使用は高度なPCB製造法、高い精度の自動装着機器と特別な品質保証(QA:Quality Assurance)検査ツールが必要とされます。

PCB設計に対するいくつかの一般的な指針が表3-1.で一覧にされます。

表3-1. PCB設計に対する一般的な推奨

パラメータ	条件	推奨
銅箔厚		30μm
銅箔仕上げ		OSP(プリフラックス)
半田マスク厚		≤25.4μm
パッド形状		丸
パッド直径	SMD	上限なし(配線空間に依存)
	NSMD	225~250μm(注)
布線幅	SMD	<パッド直径の1/2
	NSMD	≤100μm

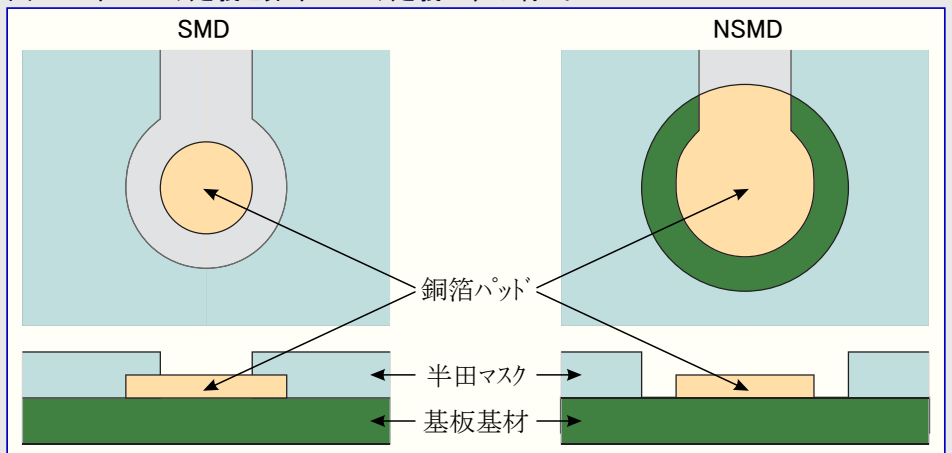
注: Atmel ATtiny20デバイス

3.1. ランド様式

パッドのランド様式を構築するには、半田マスク定義と(SMD:Solder Mask Defined)と非半田マスク定義(NSMD:Non-Solder Mask Defined)の2つの方法があります。SMDでは、基礎となる銅箔領域よりも基板上の半田マスク開口が小さくなります。NSMDでは、ランド様式が銅箔パッドよりも大きな半田マスク開口を持ちます。図3-1.をご覧ください。

どちらのパッド構築法もWLCSPに使うことができます。

図3-1. 半田マスク定義と非半田マスク定義のランド様式



SMDとNSMDのランド様式の比較が表3-2.で示されます。推奨される構築法はNSMDです。

表3-2. SMD対NSMDのランド様式

パラメータ	半田マスク定義	非半田マスク定義
銅箔ランド領域	大きい 基板に対するランドの良好な密着	小さい 均一な表面仕上げ
半田形成	狭い半田接合	ランド周囲半田流れ
半田の大きさ	高い支持	低い支持
半田接合	高い応力集中	低い応力集中
疲労寿命	中	長い

3.2. パッド内ビア

PCB布線の問題がパッド内ビアの使用によって解決されるかもしれないとは言え、このような構造は推奨されません。それはパッド内ビアが半田接合の境界面で重要な空間を発生し得るからです。

パッド内ビアが使われなければならない場合、充填ビアを使うことが推奨されます。

3.3. 半田型板(マスク・ステンシル)

半田ペーストは一般的に型板を用いてランドに印加されます。半田印刷型板は化学エッチング、レーザー切断、または電気鋳造の処理を用いて作り上げることができます。推奨される方法はこれが費用比率に対して良好な品質を与えるために電解研磨でのレーザー切断です。

表3-3.は推奨型板任意選択です。

表3-3. 推奨型板任意選択

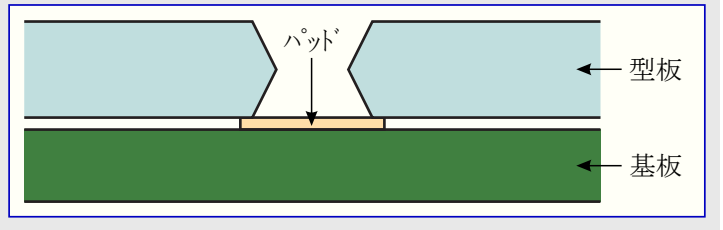
パラメータ	値	単位
ピッチ	0.400	mm
パッド(直径)	0.250	
開口幅	0.250	
開口長さ	0.250	
型板箔厚	0.073~0.125	

3.3.1. 化学エッチング

レジストが型板材料に塗布され、開口部は写真的に定義されます。その後未露光領域は化学的にエッチング除去され、開口部に帰着します。エッチングは両側から行われ、開口部内にくびれを残します。図3-2をご覧ください。開口部は電解研磨によって滑らかにすることができます。

化学的にエッチングされた型板は特に小さなピッチで貧弱な離脱特性を持ちますが、他の方法を用いて製作された型板よりもより安価です。

図3-2. 化学エッチング開口

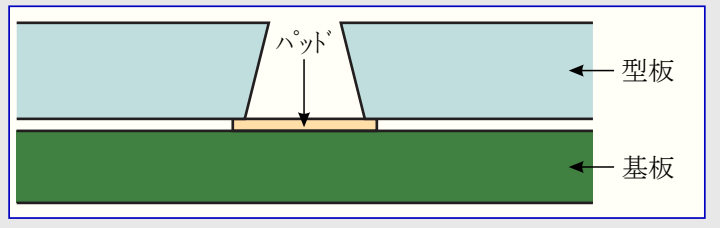


3.3.2. レーザー切断

開口部の周囲を切断するのにレーザーが使われ、他の型板製法よりも粗い壁構造を残します。図3-3をご覧ください。レーザー光線の熔融効果によって引き起こされた粗い壁構造は研磨または電気メッキによって直すことができます。

レーザー切断は良好な離脱特性を持つ台形開口部に帰着します。これはより細かな型板詳細を許す高精度な製作方法です。開口部が一度に1つを形成されるこの連続処理のため、費用は例えば基板全体が一度に処理される化学エッチングよりも高くなります。しかし、電解研磨で仕上げられた時にレーザー切断は原価率に対して良好な品質を与えます。

図3-3. レーザー切断開口

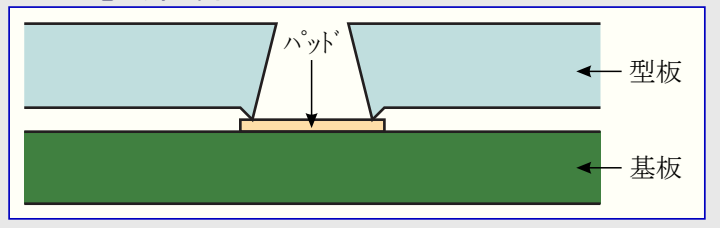


3.3.3. 電気鋳造

レジストが型板材料に塗布され、開口部は写真的に定義されます。その後型板は電界メッキを用いて開口部様式の周囲が覆われます。これは滑らかで更に先細開口部に帰着します。図3-4をご覧ください。

電気鋳造型板は高価ですが、非常に良好な品質と着脱特性を持ちます。

図3-4. 電気鋳造開口



3.4. 半田ペースト

SAC 405合金組成、90%金属含有率、無洗浄フラックスを持つ半田ペーストが推奨されます。0.4mm(16mil)以下のピッチを持つ印刷に対して粒度3型が適合しますが、超細密ピッチWLCSPでは4型が必要とされるかもしれません。

3.5. 半田印刷

半田印刷の事後確認には3D自動光学調査(AOI:Automatic Optical Inspection)を使うことが推奨されます。

3.6. 選び取って配置

配置精度は面実装技術で重要な問題です。必要とされる精度については表3-4をご覧ください。

表3-4. 必要とされる配置精度

ピッチ	精度必要条件	単位
0.4mm	±0.03	mm

3.7. 半田リフロー

半田リフロー中に回路基板と半田ペーストによってそれに保持される部品は制御された規則で加熱と冷却をされ、部品を基板に正しく固着させます。

半田リフローの段階は次のとおりです。

1. 急速温度増加。この段階はペーストからの溶媒を蒸発させて最大量の汚染物質を消散します。
2. 一定温度に留まる。これは組み立て部品を事前加熱することで、全ての接合が滞留温度周辺で安定なことを保証させます。また、この段階はリフロー温度に入る前に半田が完全に乾かされるのを保証することが重要です。
3. 急速温度急上昇。この段階は半田ペーストを再流させて部品と基板のパッドの両方の表面を浸します。半田リフローはペーストが半田の融点以上の温度に到達された時に出来事が始まりますが、この温度はリフロー品質を保証するために約20°C程超えなければなりません。

4. 制御された冷却。(液相温度に落ちる)最初の段階は重要ですが、半田は150℃以上の温度で機械的な弱さを継続し、故に温度、通風などの急激な変化を避けるために注意が払われなければなりません。上手に制御された方法での冷却を部品に許すことは熱衝撃を防ぐことができ、成功する半田リフロー処理を保証します。

図3-5.と表3-5.で推奨される半田リフロー特性が説明されます。

図3-5. 半田リフロー特性

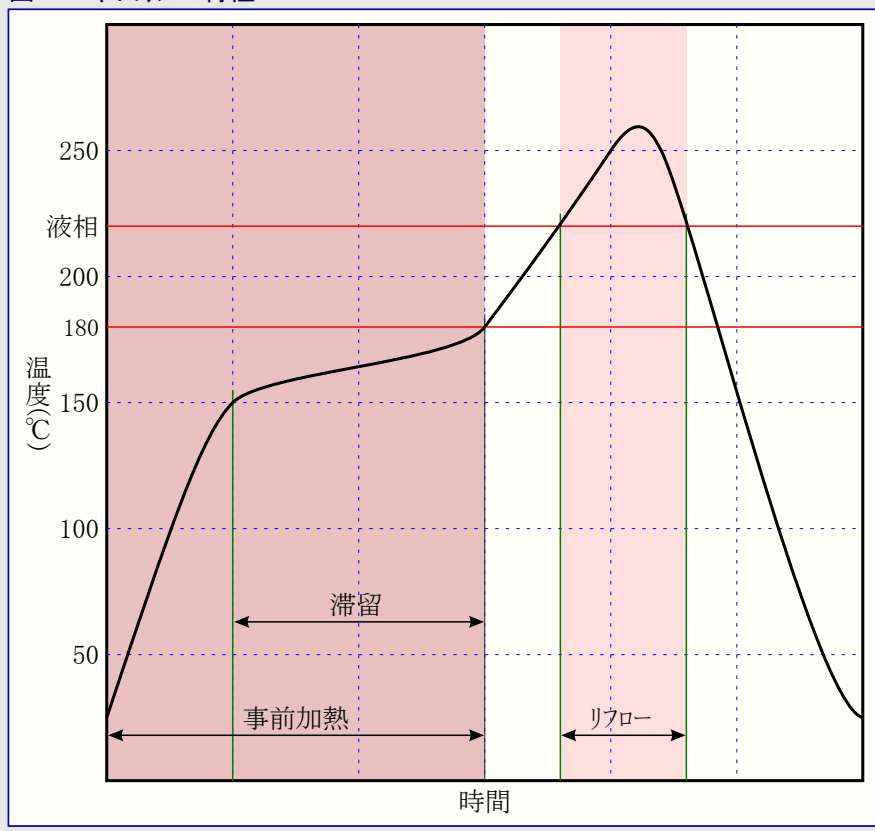


表3-5. 半田リフロー パラメータ

処理段階	条件	値
上昇速度	$T < 150^{\circ}\text{C}$	$< 3^{\circ}\text{C}/\text{s}$
(滞留時間を含む)事前 加熱時間	$T = 150 \sim 180^{\circ}\text{C}$	60~180s
リフロー時間/液相以上の時間(TAL:Time Above Liquidus)	$T > 220^{\circ}\text{C}$	30~90s
最大温度での時間	$T = 255 \pm 5^{\circ}\text{C}$	10~20s
下降速度		$< 6^{\circ}\text{C}/\text{s}$

4. 印刷回路基板(PCB)修正

時々、PCB修正がデバイスの取り外しを求めるかもしれません。一旦取り外されると、WLCSPデバイスは再使用することができず、置換されなければなりません。

ピンセットがデバイス端で容易に剥離損傷を引き起こし得るため、WLCSPデバイスの置換は真空引き揚げ器を用いて裏面で処理されなければなりません。

推奨されるPCB修正手順は次のとおりです。

1. 基板を150~170℃に事前加熱してください。
2. WLCSPデバイスに最大90秒間、240~250℃の熱を直接加えてください。
3. WLCSPデバイスを取り外してください。
4. 半田ごてと半田上げや真空半田吸い取り器で跡地を直してください。
5. 修正跡地を清掃してください。
6. 半田ペーストを塗布してください。
7. 裏側で新しいWLCSPを持ち上げるのに真空棒を使ってください。デバイスを半田パッド跡地に置いてください。
8. 取り付け用の半田をリフローするために局所加熱を加えてください。
9. 適切な清掃を実行してください。

5. 参考

右の表5-1.はその他のWLCSP関連する詳細を一覧にします。

表5-1. WLCSPその他詳細

パラメータ	値
ダイの大きさ	デバイスに依存
玉数	ダイの大きさに依存
玉ピッチ	400 μ m (注1)
半田玉材料	SAC405 (注2)

注1: 要求に応じて350 μ m

注2: 要求に応じてSL35

5.1. デバイス図面

最新のWLCSP図面についてはデバイスのデータシートをご覧ください。

5.2. 搬送体情報

最新の搬送体図面についてはAtmelのウェブ ページをご覧ください。

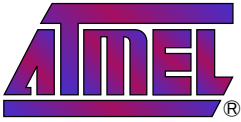
5.3. デバイス入手性

最新のWLCSPで入手可能なデバイスの一覧についてはAtmelのウェブ ページをご覧ください。

6. 改訂履歴

6.1. 改訂42007A – 06/12

初版



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
TEL (+1)(408) 441-0311
FAX (+1)(408) 487-2600
www.atmel.com

Atmel Asia Limited

Unit 01-5 & 16, 19F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
HONG KONG
TEL (+852) 2245-6100
FAX (+852) 2722-1369

Atmel Munich GmbH

Business Campus
Parking 4
D-85748 Garching b. Munich
GERMANY
TEL (+49) 89-31970-0
FAX (+49) 89-3194621

Atmel Japan

141-0032 東京都品川区
大崎1-6-4
新大崎勸業ビル 16F
アトメル ジャパン合同会社
TEL (+81)(3)-6417-0300
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2012 Atmel Corporation. 不許複製

Atmel[®]、ロコ[®]とそれらの組み合わせ、それとAVR[®]、AVR Studio[®]、XMEGA[®]とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© HERO 2021.

本応用記述はAtmelのAVR211応用記述(Rev.42007A-06/12)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。