

LGA 実装マニュアル

本資料に記載の全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス エレクトロニクスは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。
ルネサス エレクトロニクスのホームページなどにより公開される最新情報をご確認ください。

ご注意書き

1. 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・システムの設計において、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て、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。
2. 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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
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、産業用ロボット等
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、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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て、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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。

目次

1. LGA について	1
1.1 LGAのご紹介	1
1.2 LGAの構造	1
1.3 LGAラインアップ	1
2. 実装基板設計	2
2.1 マウントパッド構造	2
2.2 マウントパッド設計例	2
3. 実装プロセス	4
3.1 LGA実装プロセス諸元	4
3.2 はんだペースト印刷	5
3.2.1 はんだペーストについて	5
3.2.2 はんだ印刷マスク設計例	7
3.2.3 はんだ印刷後の検査について	7
3.3 搭載（マウント）	8
3.3.1 画像認識について	8
3.3.2 搭載ノズルについて	8
3.3.3 実装位置ズレ許容値	9
4. リフロー工程	10
4.1 パッケージの耐熱性	10
4.1.1 防湿包装開封後の保管条件	11
4.1.2 ベーク条件	11
4.2 はんだ付け性	12
4.3 リフロー後のはんだ付け部検査	13
5. 信頼性評価データ	14
5.1 衝撃耐性	14
5.2 温度サイクル試験結果	15

1. LGA について

1.1 LGA のご紹介

Land Grid Array は、LGA と呼称されています。外部端子は、樹脂モールドされたパッケージ基板の底面にマトリクス状に配置された Land 構造となり、リフロー実装対応のパッケージとなります。小型・薄型である LGA は、主に民生分野の機器向けのマイコン製品等によく使用されています。

1.2 LGA の構造

弊社 LGA パッケージの外観、構造を下記に示します。

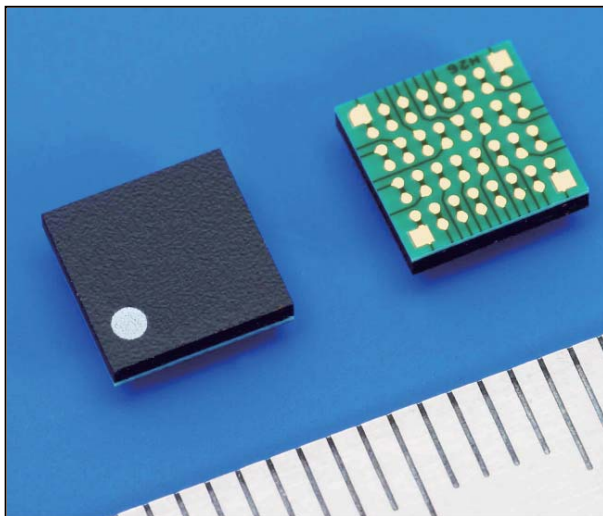


図1-1. LGA外観

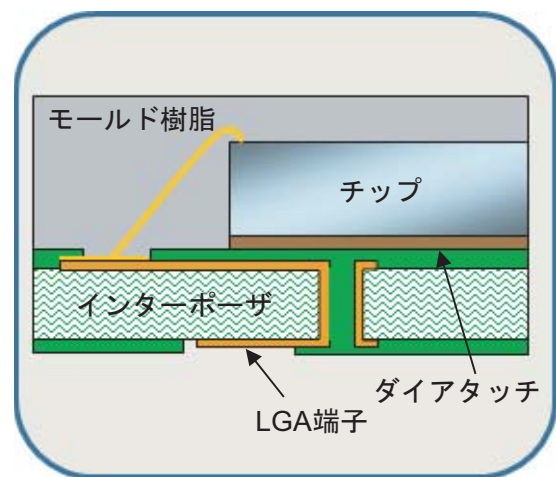


図1-2. 断面構造図

1.3 LGA ラインアップ

弊社の小型・薄型 LGA のラインアップを下記に示します。

表1-1. LGA ラインアップ (本体寸法別の端子数)

Terminal Pitch	Body Size (mm)								
	3x3	4x4	5x5	5.5x5.5	6x6	6.5x6.5	7x7	8x8	9x9
0.65mm			49		64	81	85	113	145
							100		
0.50mm	25	36	49	100	113		145	177	
		49	64						
			81						

【注】 表中の 印は計画中

2. 実装基板設計

2.1 マウントパッド構造

マウントパッドにソルダレジストをかぶせる SMD (Solder Mask Define) とソルダレジストがパッドにかからない NSMD (Non Solder Mask Define) があります。NSMD 構造がマウントパッドの一般的な設計となりますが、基板配線設計を考慮の上でマウントパッド構造の選定を行ってください。

LGA のランドタイプは、ランドにソルダレジストがかからない NSMD となっております。

実装基板のマウントパッド形状は、LGA と同様の寸法とし、ソルダレジストがパッドにかからない NSMD 構造で設計することで、リフローはんだ付け後に上下バランスの良いはんだ接続形状となります。

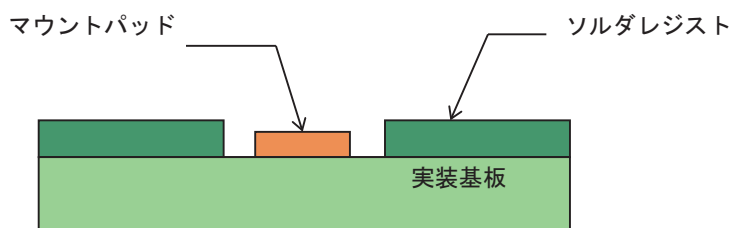


図2-1. パッド構造図 (NSMD 構造)

2.2 マウントパッド設計例

LGA 側のランドサイズに合わせた実装基板側マウントパッド設計例を下記に示します。

表2-1. マウントパッド設計例

(単位: mm)

LGA ランドサイズ	φ0.25	φ0.30	φ0.35
マウントパッド設計	φ0.25	φ0.30	φ0.35

補強ランド付 LGA のマウントパッド設計事例

LGA には、パッケージ 4 コーナーに補強ランドが設置されているパッケージ仕様があります。補強ランドは、はんだ接続部への機械的ストレス耐性向上となりますので 4 コーナーに補強ランドがある LGA 製品の場合は、補強ランドの仕様に合わせたマウントパッド設計をお願いします。

図 2-2 に 5x5/64pinFLGA マウントパッド設計例を示します。

補強パッドは SMD 構造、それ以外のパッドは NSMD 構造となります。パッケージ側補強ランドは複雑な形状をしています、実装基板側の補強パッド形状は簡略化しています。また、補強パッドに対するはんだ印刷用メタルマスクの開口サイズは、SR 開口面積の約 80% に設定しています。補強パッド部のはんだ量が多すぎると、リフロー中に溶融したはんだの影響でパッケージが浮く現象が発生し、信号ピンのはんだ接続が不十分になる恐れがありますのでご注意ください。

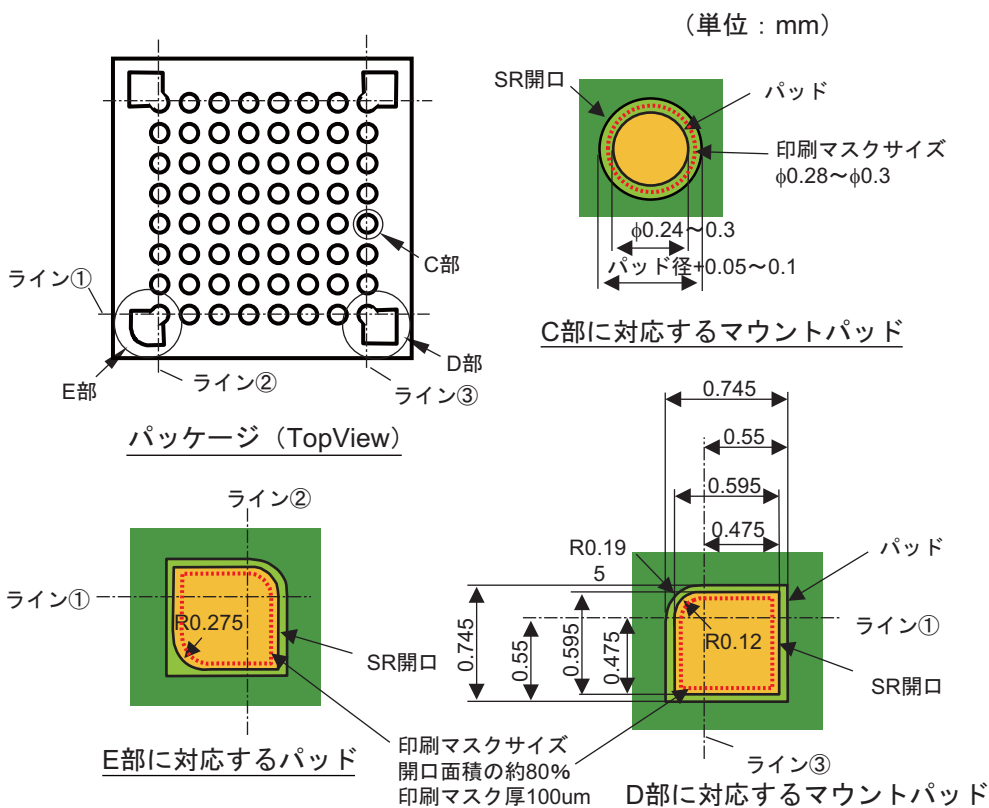


図2-2. 5x5/64pFLGA/0.5mm の設計例

3. 実装プロセス

3.1 LGA 実装プロセス諸元

はんだペースト (クリームはんだ)	鉛フリーはんだ 印刷ズレ許容値 0.5mmピッチLGA：±0.10mm以内 0.65mmピッチLGA：±0.12mm以内	印刷マスク推奨設計値 <ul style="list-style-type: none"> φ0.25mm～φ0.35mm 厚さ：0.10mm はんだ材料例 <ul style="list-style-type: none"> M705-235C-32-11 (*¹) 他、相当品 (M705：はんだ組成 Sn-3Ag-0.5Cu)
搭載	【精度（搭載ズレ許容値）】 全ランド認識または外形認識による搭載ズレ許容値 0.5mmピッチLGA：±0.10mm以内 0.65mmピッチLGA：±0.12mm以内	認識機構付き搭載設備例 <ul style="list-style-type: none"> KE-760 (JUKI株) 他、相当品
	【条件】 0.5mmピッチ 搭載荷重：180g以下 搭載速度：39.5mm/s～275mm/s 搭載押込：0～0.5mm 0.65mmピッチ 搭載荷重：60g～250g 搭載速度：39.5mm/s～395mm/s 搭載押込：0～2.0mm	(従来BGA品等と同様)
リフロー耐熱条件	リフロー耐熱条件は納入仕様書に従ってください。	リフロー設備 <ul style="list-style-type: none"> 大気リフロー設備または窒素リフロー設備（従来BGA品等と同様）

BGA と同様な条件にて実装可能であり、その他 QFP、SOP 等との同時実装が可能です。

【注】 *1 千住金属工業株製

次頁以降に LGA 実装プロセスについてご説明いたします。

3.2 はんだペースト印刷

3.2.1 はんだペーストについて

はんだペーストを構成する主材料は、はんだ粉末とフラックスになります。

(1) はんだ粉末

- はんだ粉末は下図に示すような粉末粒度範囲を持ち、はんだペーストの印刷性などに影響します。
- 選定に当たっては表に示すランドピッチを参考にして下さい。なお、粒度の細かいはんだ粉末ペーストは、キャピラリポールの発生やはんだ濡れ性の低下等が懸念されますので十分なるご評価の上で材料選定のご判断をお願いします。

出典：千住金属工業株式会社

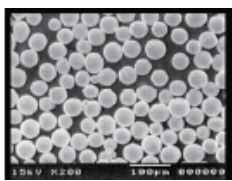
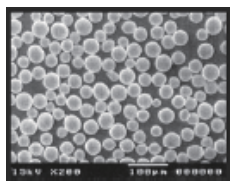
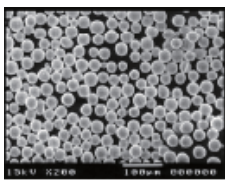
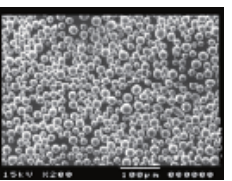
はんだ粉末 粒度範囲	Type 2 0.075mm～0.045mm	Type 3 0.045mm～0.020mm	Type 4 0.038mm～0.020mm	Type 5 0.025mm～0.010mm
Sn-3Ag-0.5Cu はんだ粒子				

図3-1. はんだペースト用はんだ粒子の電子顕微鏡写真

表3-1. はんだペースト用はんだ粉末の粒度範囲と対応ピッチ

はんだ粉末粒度範囲	ランドピッチ (mm)					
	1.27	1.00	0.80	0.65	0.50	0.40
0.075 ~ 0.045mm						
0.045 ~ 0.020mm						
0.038 ~ 0.020mm						
0.025 ~ 0.010mm						

(2) フラックス

- フラックスの種類としては、大別して『ロジン系フラックス』『合成樹脂系フラックス』『水溶性フラックス』の3つがあります。
- 活性度の違いによりロジン系フラックスは「R(ロジンフラックス)」「RMA(弱活性フラックス)」「RA(活性化フラックス)」の3つのタイプに分類され、これら3つの特徴を下表に示します。

表3-2. フラックスのタイプとその特徴

フラックスのタイプ	特徴
Rタイプ、ROLタイプ (Non-activated Rosin, Rosin Low activity levels)	非活性フラックス。非腐食性。
RMAタイプ、ROMタイプ (Rosin Mildly Activated, Rosin Moderate activity levels)	弱活性フラックス。非腐食性。Rタイプよりもはんだ付け性が優れている。
RAタイプ、ROHタイプ (Rosin Activated, Rosin High activity levels)	強活性フラックス。R, RMAタイプよりもはんだ付け性が優れているが、腐食性が強くなっている。

(3) はんだペーストに要求される特性

【印刷】

- はんだ粉末の粒径は、はんだ印刷時のはんだヌケ性を考慮するとメタルマスク厚の 1/4 ~ 1/5 以下の粒径サイズで選定が一般的となります。
- 粘度は、高すぎると版抜け性が悪く印刷カスレが生じ、低すぎると印刷ニジミ、印刷ダレが生じます。印刷用途としては、 $200\text{Pa}\cdot\text{s} \sim 300\text{Pa}\cdot\text{s}/25$ 程度（マルコム粘度計）が一般的となります。

【リフロー前/後】

- リフロー前
 - 製造時の経時変化が少なく、印刷性が良好なこと。
 - 印刷後の経時変化が少ない（粘着性保持時間が長く、形崩れを発生させない）こと。
 - フラックスとはんだ粉末が分離しないこと。
- リフロー後
 - はんだ付け性が良く、キャピラリボールが発生しないこと。
（はんだ粉末の酸化に注意を払い、粒度分布が狭いものを選択する。また、フラックス内の溶剤の沸点は低いものを選択し、ロジン分子量は高く、フラックス自体の含有量が少ないものを選択する）
 - フラックス残渣が信頼性に影響しないこと。

*用途に合わせて、はんだペーストの選定をお願い致します。

3.2.2 はんだ印刷マスク設計例

下記表は各ランドサイズに対してのはんだ印刷マスク設計例となります。リフロー実装後のオープン、ブリッジを考慮して開口寸法、マスク厚みを選定願います。

表3-3. はんだ印刷マスク設計例

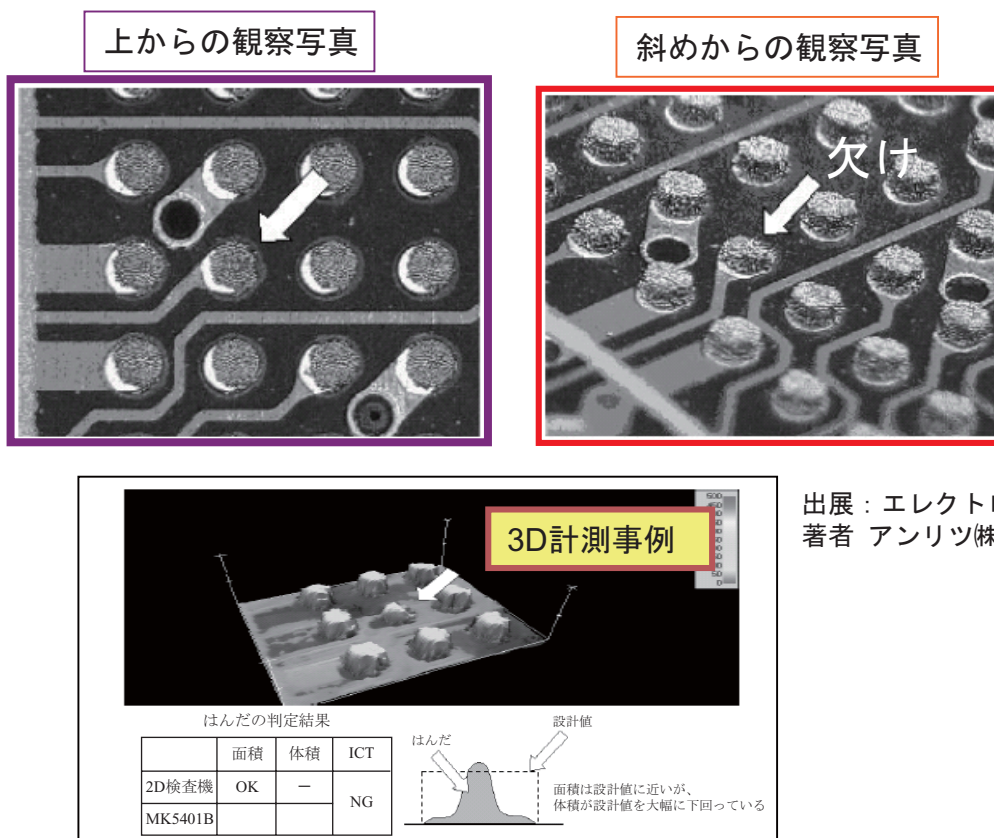
単位：mm

LGA ランドサイズ		φ0.25	φ0.30	φ0.35
マウントパッド設計		φ0.25	φ0.30	φ0.35
はんだ印刷マスク	開口径	φ0.25	φ0.30	φ0.35
	厚さ	0.1	0.1	0.1

3.2.3 はんだ印刷後の検査について

はんだペースト量は接続品質に大きく影響します。はんだ印刷後の印刷品質は2次元検査だけではペースト量検査として不十分な場合があります。特に、高信頼性用途の機器を生産する場合には3次元検査の導入をお勧め致します。

下記にご紹介致します3次元検査装置の事例をご参照頂き、ご検討願います。



出展：エレクトロニクス実装技術
著者 アンリツ(株)加島史夫氏

図3-2. 3次元検査装置事例

3.3 搭載（マウント）

3.3.1 画像認識について

ランドを画像認識して搭載する場合は、ランド認識ソフトを装備した搭載機が必要です。特に補強ランド有り LGA をランド画像認識搭載を行う場合は、形状、サイズの違う補強ランドと信号ランド（端子）を区別可能な認識能力が必要となります。

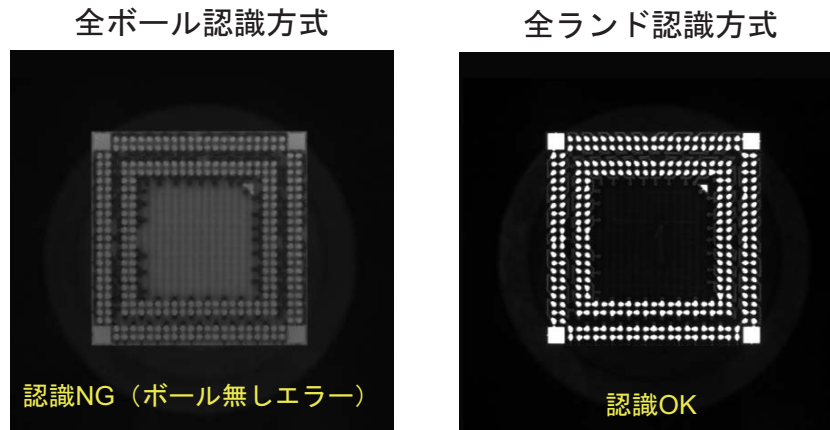


図3-3. 補強ランド認識機能付き LGA 認識画像結果

3.3.2 搭載ノズルについて

LGA は樹脂モールドされた構造となりますが、マウントの際に負荷される衝撃荷重緩和のために、バネが内蔵されている吸着コレットのご使用をお勧め致します。

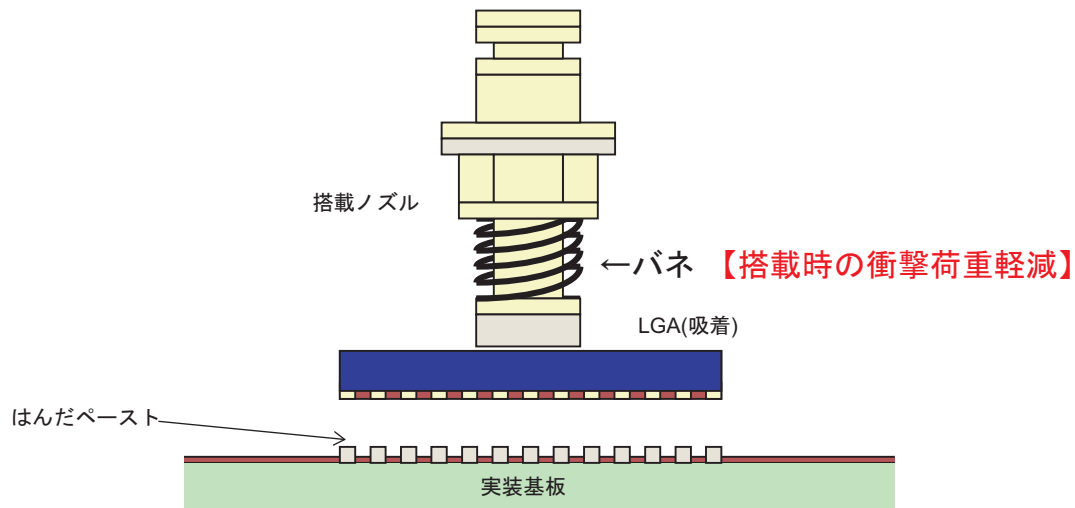


図3-4. 搭載ノズル例

- LGA のセルフアライメント量等を考慮した搭載ズレ許容値やズレやはんだペースト潰しの要因ともなる押し込み量等も考慮に入れ、最適な搭載条件を決定してください。

3.3.3 実装位置ズレ許容値

0.5mm ピッチ LGA のセルフアライメント性評価結果事例を下記に示します。

はんだペースト印刷、搭載位置を其々逆方向のズレとして設定して評価を行い、その許容値を検討しました結果が下図となりますのでご参照ください。

【実装条件】

- 1) はんだペースト : M705-235C-32-11 (Sn-3Ag-0.5Cu)
- 2) メタルマスク : $\phi 0.30 \text{ mm} \times 0.10 \text{ mm}$
- 3) リフロー条件 : 大気リフロー、予備加熱 150 ~ 180 + 本加熱 250

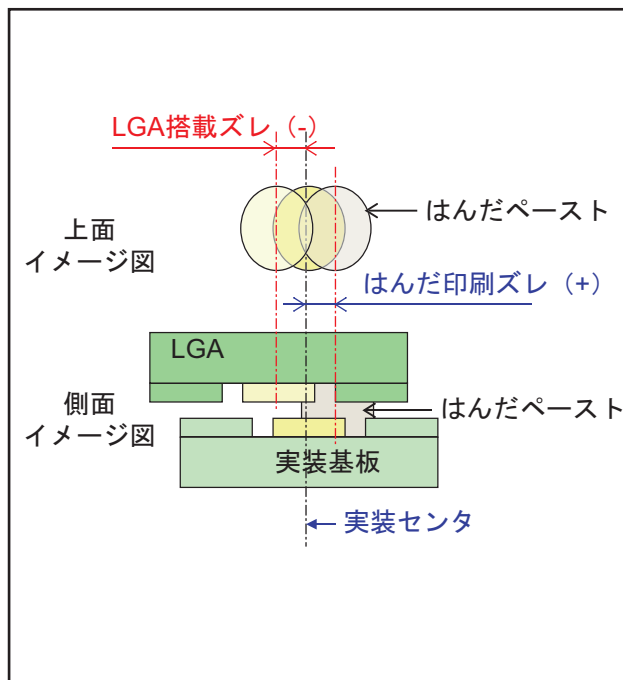


図3-5. 実装位置ズレ評価

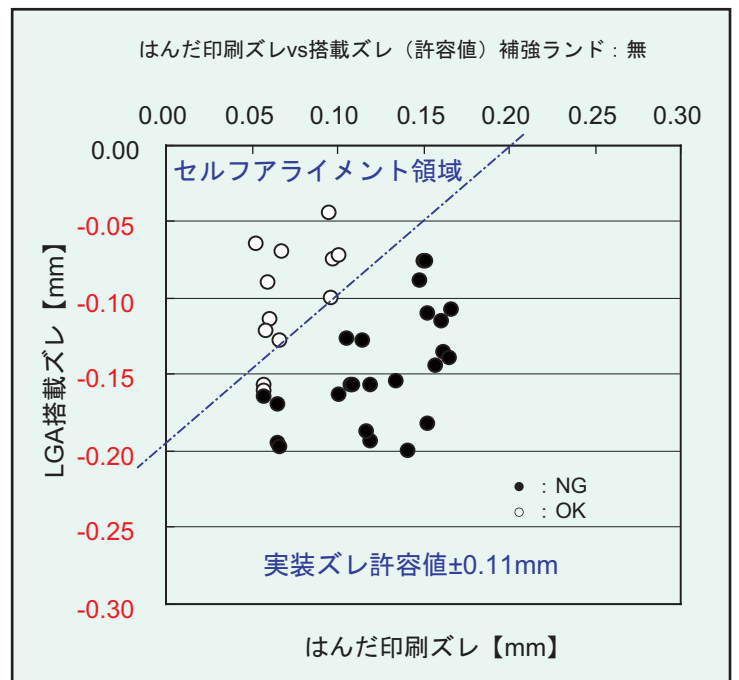


図3-6. 実装位置ズレ評価結果

評価結果より、0.5mm ピッチ LGA 実装位置ズレ許容値は以下となります。

- はんだペースト印刷位置ズレ : $\pm 0.10 \text{ mm}$
- LGA の搭載位置ズレ : $\pm 0.10 \text{ mm}$

4. リフロー工程

リフロー温度プロファイルは、実装部品の耐熱性とんだ付け性を考慮して決定する必要があります。

4.1 パッケージの耐熱性

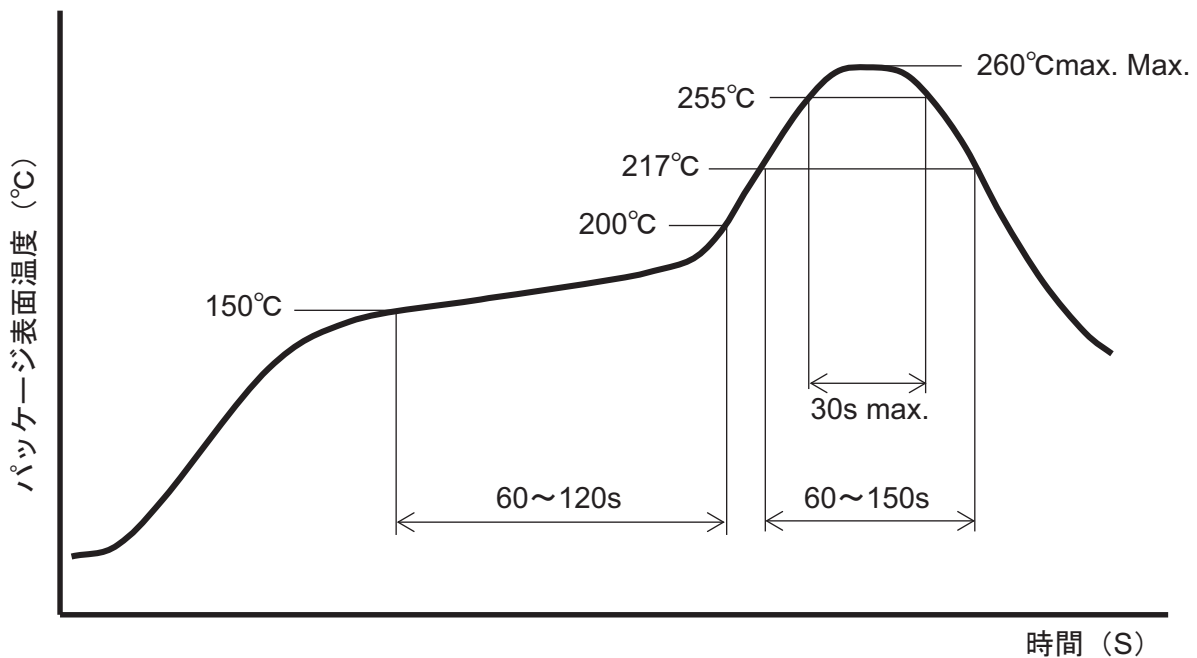
防湿包装開封後は再吸湿を避けるため、防湿包装開封後の保管条件以内に、下記条件にてリフローはんだ付けを行ってください。

また、それ以上経過した場合はベーク条件で示すベーク処理を行ってください。

表4-1. 部品耐熱性

耐熱温度：260 の場合

最高リフロー温度（パッケージ表面温度）	260 以下
255 以上の時間	30s以下
217 以上の時間	60 ~ 150s
プリヒート温度150 ~ 200 の時間	60 ~ 120s



- 昇温勾配は1~3 /秒になるようご検討ください。
- 冷却勾配は回路基板の反り等も考慮して設定してください。

4.1.1 防湿包装開封後の保管条件

表4-2. 保管条件表

項目	条件	備考
温度	5 ~ 30	
湿度	70%RH 以下	
時間	168 時間	開封後 ~ 最終リフローはんだ付け完了までの時間

4.1.2 ベーク条件

防湿包装開封後に規定した時間を経過した場合は温度：125 で、時間：10 時間を目安にベークを実施してください。

繰り返しベーク時間は累計で 96 時間以内としてください。

なお、防湿包装開封時に、インジケータカードの 30% スポットがピンク色に変色している場合にもベークを実施してください。

ベーク時間は製品により規定がございます。詳細は納入仕様書を参照願います。

4.2 はんだ付け性

- リフロー温度

プロファイルは、実装部品の耐熱保証温度以下で且つ、はんだ接合部の温度がご使用になられているはんだペーストのメーカー推奨条件下限温度以上になるよう設定することが重要です。

この範囲を超えると、はんだショートや製品の信頼性劣化、また下回るとはんだ未溶融やはんだ付け強度不足等の品質低下を招く場合があります。

- 雰囲気

はんだ濡れ性に優れる窒素 (N₂) 雰囲気での実装はんだ付けをお薦め致します。

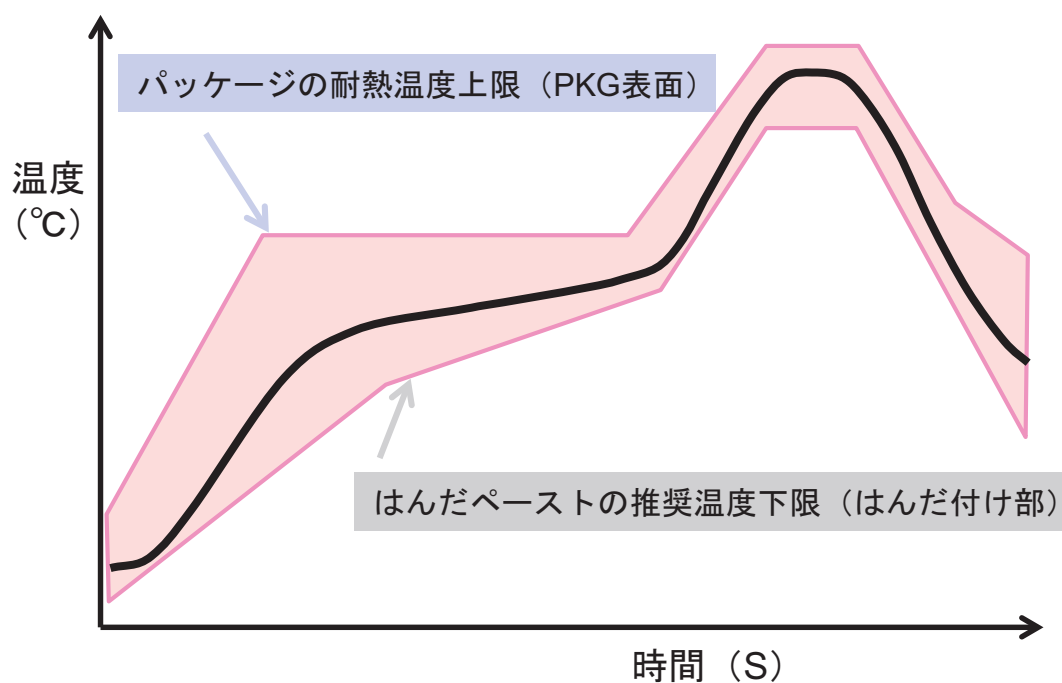


図4-2. はんだ付け温度

4.3 リフロー後のはんだ付け部検査

LGA はんだ付け部はパッケージ底面となり一般的な外観検査ができないので、X線による検査方法が有効となります。X線によるはんだ付け部の観察事例を下記に示します。

外観検査では判らないオープン、はんだショートがX線検査で確認できます。

品質項目別の検査結果を印刷マスク設計や印刷ズレ許容範囲、搭載位置許容範囲などの工程管理条件などにフィードバックしてください。

表4-3. 実装条件

パッケージ外形	搭載荷重 *1	搭載押込み量	リフロー温度
LFLGA336-14x14-0.65	180g/ic	0.20mm	250
LFLGA304-13x13-0.5			(Air Reflow)

【注】 *1 搭載荷重は、搭載機の搭載ノズルのばね荷重を示します。

表4-4. 実装結果

メタルマスク厚：100μm

	メタルマスク開口					
	φ0.20mm	φ0.25mm	φ0.30mm	φ0.35mm	φ0.40mm	φ0.45mm
LFLGA336-14x14-0.65	—	2/10 *1	0/10	0/10	0/10	0/10
LFLGA304-13x13-0.5	6/8 *1	0/8	0/8	0/8	3/8 *2	—

【注】 *1 はんだオープン

*2 はんだショート

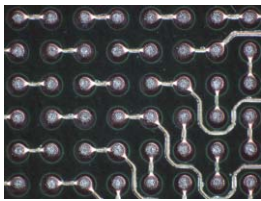
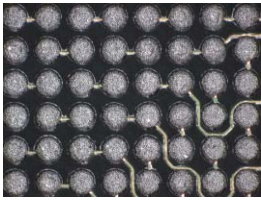
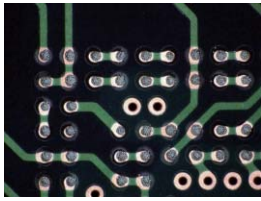
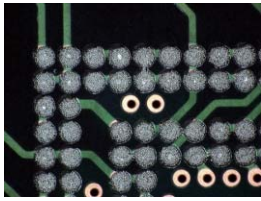

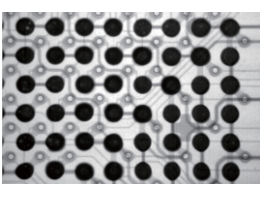
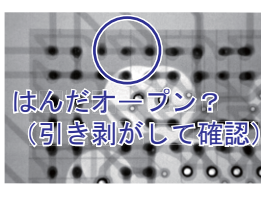
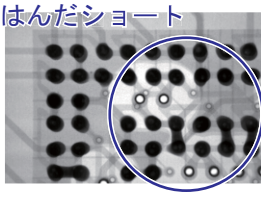
		LFLGA336-14x14-0.65 (0.65mmピッチ)		LFLGA304-13x13-0.5 (0.5mmピッチ)	
マスク開口		φ0.25 mm	φ0.45 mm	φ0.20 mm	φ0.40 mm
はんだ印刷ズレ：0.15mm	はんだ印刷				
	リフロー後X線				

図4-3. X線における観察例

LGA (0.65mmピッチ) は、はんだマスク開口φ0.30～φ0.45mmでオープン、ショートは認められませんでした。

LGA (0.5mmピッチ) は、はんだマスク開口φ0.25～φ0.35mmでオープン、ショートは認められませんでした。

5. 信頼性評価データ

5.1 衝撃耐性

JEITA ED-4702B に準拠した実装基板面に高速の歪を印加する衝撃曲げ試験にて LGA 基板実装品の衝撃耐性を評価した結果をご紹介します。

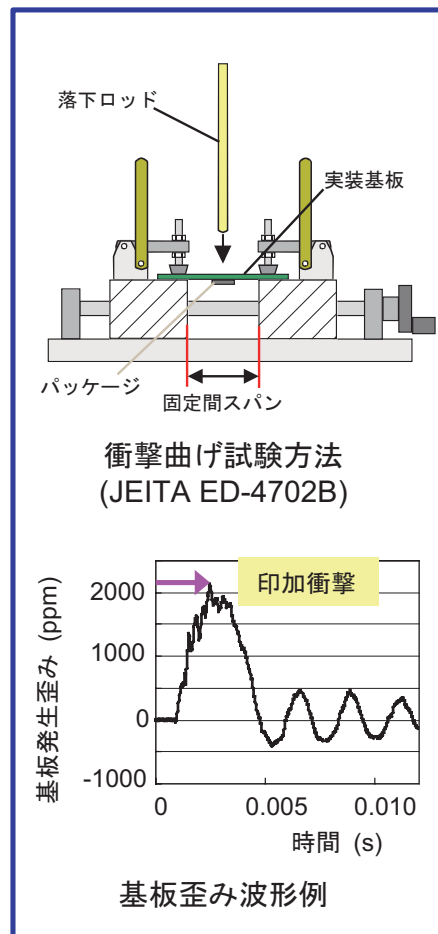
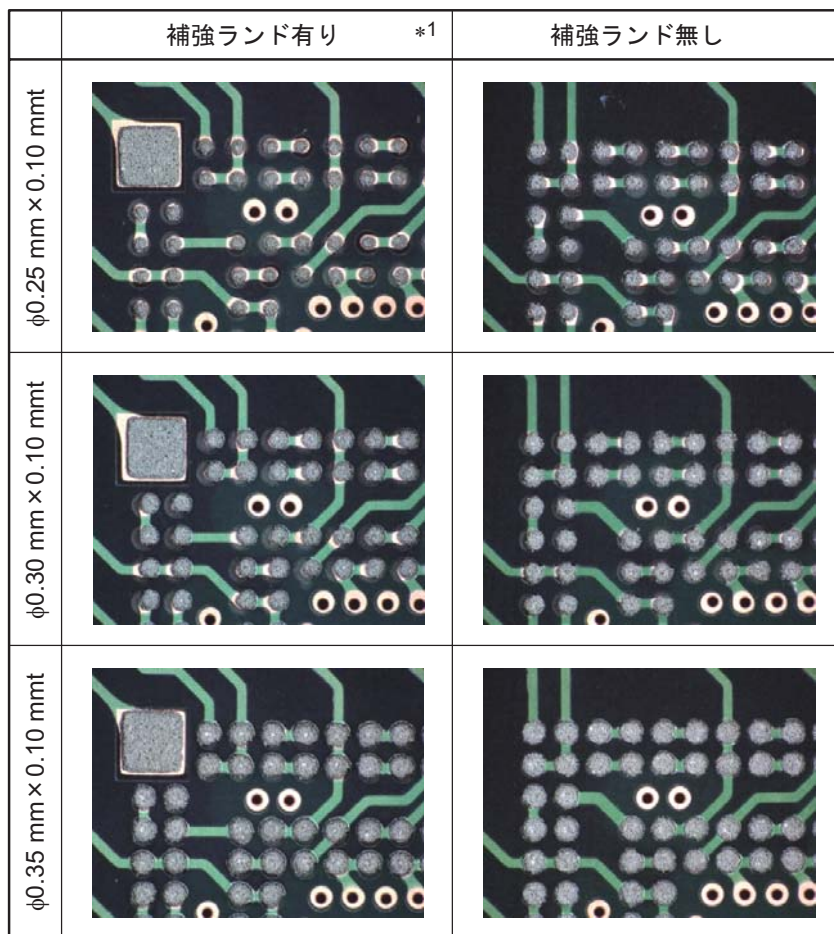
補強ランドなしの LGA でも一般的な衝撃 (1500 $\mu\epsilon$) 耐性を有している結果となっています。

補強ランドがある LGA が衝撃耐性に相対的に優れている結果となっており、衝撃耐性強化が必要な機器への適用は補強ランドありの LGA が好適です。

表5-1. 衝撃曲げ試験結果

: Pass ・はんだペースト : M705-235C-32-11 (Sn/Ag/Cu)
: Open ・リフロー条件 : 予備加熱 150 ~ 180 × 90sec + 本加熱 250

補強ランド	はんだマスク	実装基板歪		
		2000 $\mu\epsilon$	3000 $\mu\epsilon$	5000 $\mu\epsilon$
有り	$\phi 0.25\text{mm}$	Pass	Pass	Pass
	$\phi 0.30\text{mm}$	Pass	Pass	Pass
	$\phi 0.35\text{mm}$	Pass	Pass	Pass
無し	$\phi 0.25\text{mm}$	Pass	Pass	Pass
	$\phi 0.30\text{mm}$	Pass	Pass	Pass
	$\phi 0.35\text{mm}$	Pass	Pass	Pass



【注】 *1 補強ランドはんだマスク : 0.9mm \square × 0.10mm

図5-1. 衝撃曲げ試験観察結果及び試験方法

5.2 温度サイクル試験結果

鉛フリー-SAC305 (Sn-3Ag-0.5Cu) はんだペーストで基板実装した各 LGA の温度サイクル試験結果の一例を以下に示します。

片面実装の場合が優位な結果となっていますが、高密度実装機器を想定した両面実装においても十分な耐温度サイクル性を有しています。

表5-2. 温度サイクル試験結果比較

		サンプル 1	サンプル 2	サンプル 3
外形		5 × 5 mm	5 × 5 mm	5 × 5 mm
端子ピッチ		0.5 mm	0.5 mm	0.65 mm
補強ランド	有り			
	無し			
実装形態	片面			
	両面			
実装ペースト		SAC305	SAC305	SAC305
実装基板		FR4/4 層	FR4/4 層	FR4/4 層
試験条件		-40 ~ 125	-25 ~ 125	-25 ~ 125
1% TTF		3086 cyc	1870 cyc	2111 cyc

LGA実装マニュアル

発行年月日 2014年3月19日 Rev.1.00

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社
〒211-8668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口 : <http://japan.renesas.com/contact/>

LGA 実装マニュアル