

---

## R8C/33T グループ

R01AN0507JJ0100

Rev.1.00

2011.01.25

---

### PWM による LED 制御とタッチキー開発事例

---

#### 要旨

タッチパネルマイコン R8C/33T グループは、タッチ電極と人体の間に発生する浮遊容量を測定することで人体の接触を検知するハードウェア（センサーコントロールユニット、以下 SCU）を内蔵しています。本アプリケーションノートでは、LED 駆動及びその他ノイズによる影響を極力少なくする為のオートワーク手法について説明します。

#### 対象デバイス

R8C/33T グループ

#### 目次

1. アートワークと計測動作.....	2
2. 影響の軽減方法 .....	4
3. 直近の信号ライン変動による寄生容量の変化 .....	6
4. 開発事例 .....	9

## 1. アートワークと計測動作

### 1.1 概要

本SCUによるタッチセンシングでは、計測端子～検出電極までの寄生容量と、比較コンデンサとの分圧電圧によりタッチ/非タッチの検出を行っています。

計測端子～検出電極までの寄生容量は、周囲に配線される全ての導体の影響を受けて変動します。

直近のGNDパターンは、寄生容量の増加による感度の低下要因となり、

並走する信号ラインなどは、コンデンサ結合による、計測端子ラインへのノイズ混入の要因となります。

LED駆動やアクチュエータ駆動などのパルス駆動を行う信号ラインがある場合、計測ラインの配置が重要になります。

### 1.2 LED 駆動による影響

LEDの駆動を例として、計測ラインに並走するパターン（信号ライン）の影響を図 1-1 及び図 1-3 で説明します。

図 1-1の様な回路が図 1-2の様なアートワークで構成されている場合、計測ラインが受ける寄生容量は電極部の寄生容量に計測ライン-LEDドライブライン間の寄生容量が付加された物となります。計測ライン-LEDライン間の配線間隔、並走する長さにより、付加される容量分が変わります。

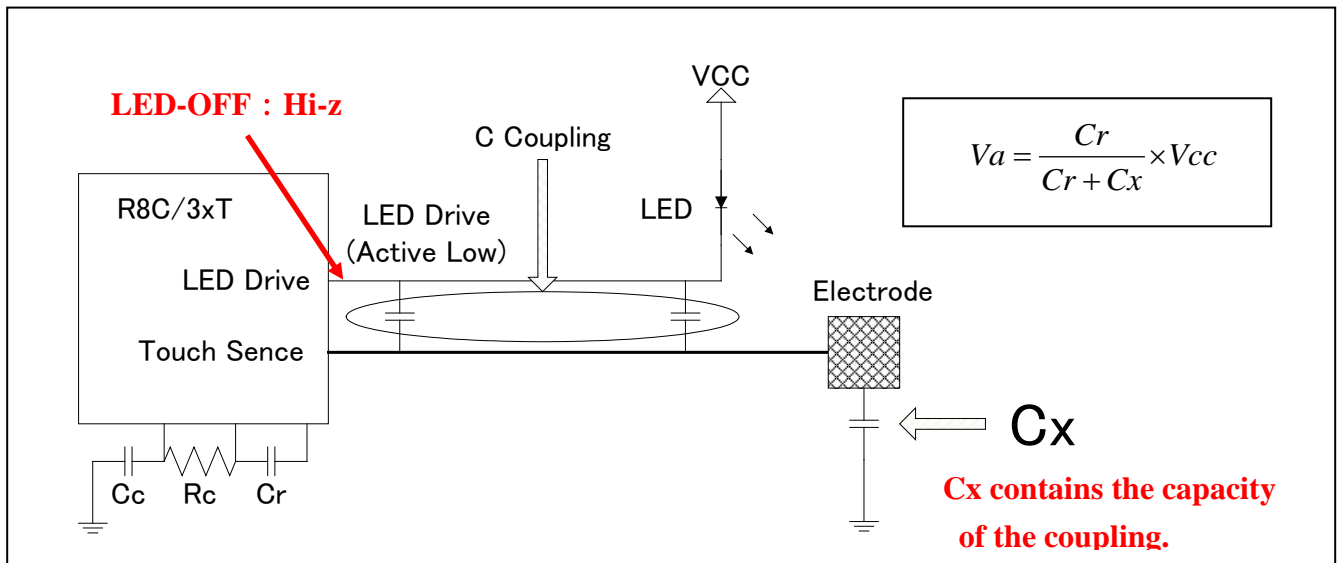


図 1-1 計測ラインに並走するパターンの影響

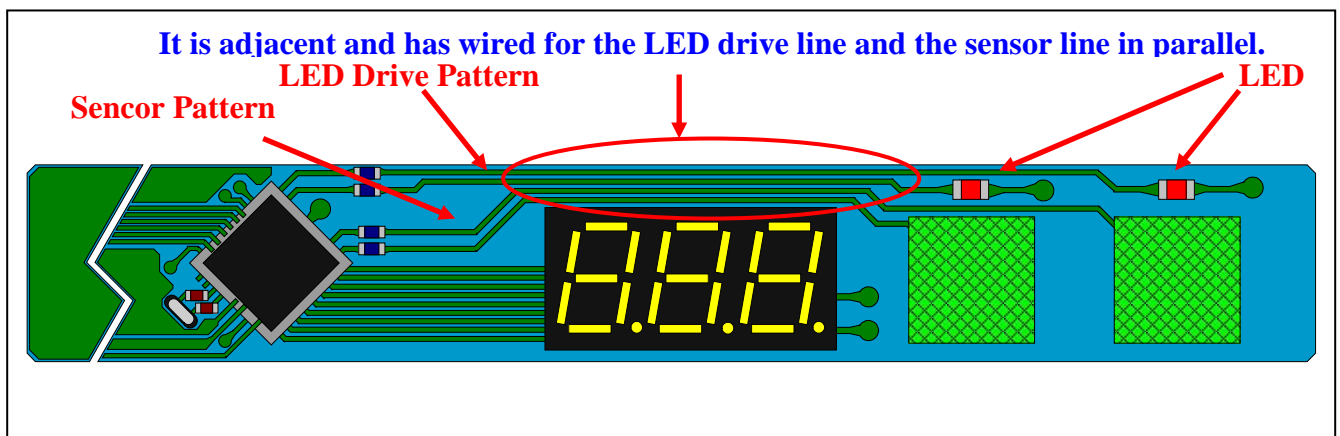


図 1-2 計測ラインに並走するパターン例

LED-ON時

LEDをONさせた場合（Low-Active）LEDドライブラインはGNDレベルとなります。

これは、計測ラインの周囲にGNDパターンが有る場合と同様に、計測ラインの寄生容量を増加させる事になります。

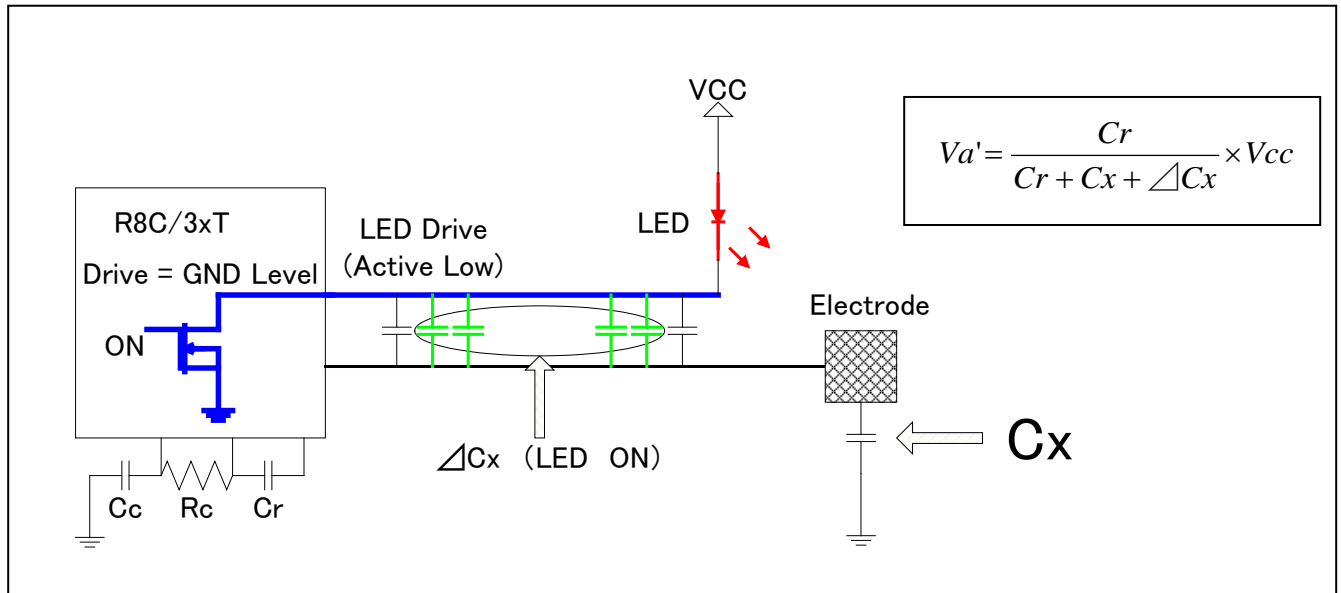


図 1-3 計測ラインに並走するパターンの影響（LED-ON時）

LED点灯による計測ラインの寄生容量増加は、タッチ計測結果に影響を及ぼします。

PWM制御のように周期的に“Hi-z” - “Low”を繰り返す様な状況では、その変化に合わせてタッチ計測結果が変動する事となります（計測結果の変動 → ノイズ）

本来のタッチによる計測値の変化（タッチ時の計測値変化量）が少ない様なシステムでは、（ノイズマージンが低い設定、感度を高く設定して運用している様なシステム）

LED点灯による寄生容量の変化が大きい場合、より顕著に影響が出る可能性があります。

このような事態を避ける為に、ア트워크が重要になります。

## 2. 影響の軽減方法

### 2.1 アートワーク

タッチセンシングでは、電極信号ライン周辺のパターン配置状況によって、センサーの感度や S/N特性が変化します。

電極信号ライン周辺は極力他のパターンと離す事が望ましいですが、LED駆動ラインの様に変動する信号を近接させる場合について以下に、例を示します。

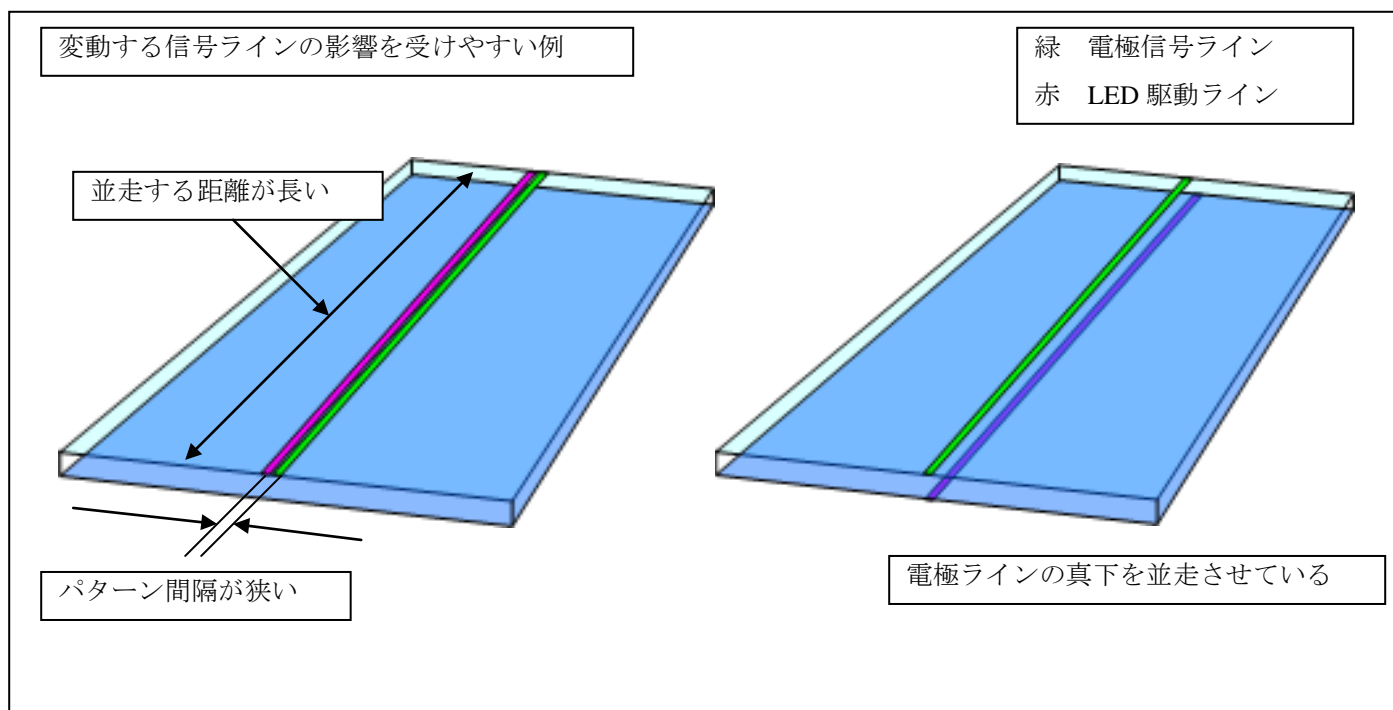


図 2-1 変動する信号ラインの影響を受けやすい例

上記の例は、LEDラインが“Low”レベル（GND電位）となった時に、寄生容量の増加が多くなる例です。増加する寄生容量は、電極ラインとの間隔と並走する長さに比例します。

また、基板の裏表で並走する場合も同様に大きな容量変化をもたらします。

タッチセンサの S/N向上の為に、上記の様なアートワークは極力避けるべきです。

次に、電極信号ラインにとって、望ましい例を示します

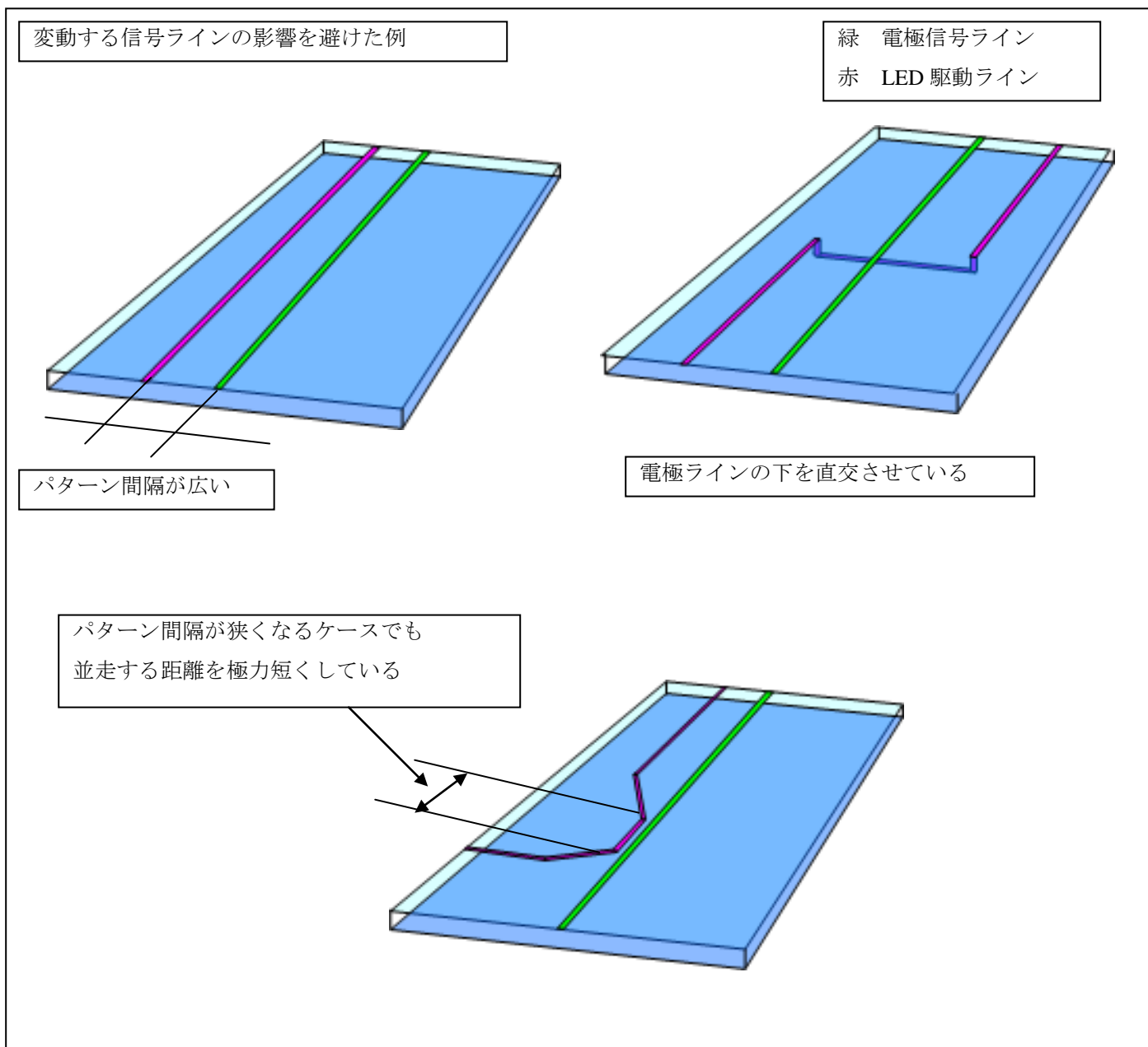


図 2-2 変動する信号ラインの影響を緩和するパターン配線

基板サイズ、回路規模により電極信号ライン周辺に、他ラインが密集するケースにおいても電位が変動するラインは極力離して配置して下さい  
 近接する場合は並走距離を極力短く、パターン間隔は極力広く取る様に配慮して下さい。

### 3. 直近の信号ライン変動による寄生容量の変化

#### 3.1 タッチセンサーが受ける寄生容量変化

##### 3.1.1 シミュレーション条件

電極信号ラインの直近で他の信号ラインが変動した場合に、タッチセンサが受ける寄生容量の変化についての例（シミュレーション結果）を記載します。

シミュレーションでは、図 3-1 の様に、150×80の基板に配置された電極及び電極ラインに対して LED 駆動を想定した信号ラインを配置し、信号ラインを（” Hi-z “、” Low “）と変化させた場合の電極ラインが受ける寄生容量の変化を解析しています。

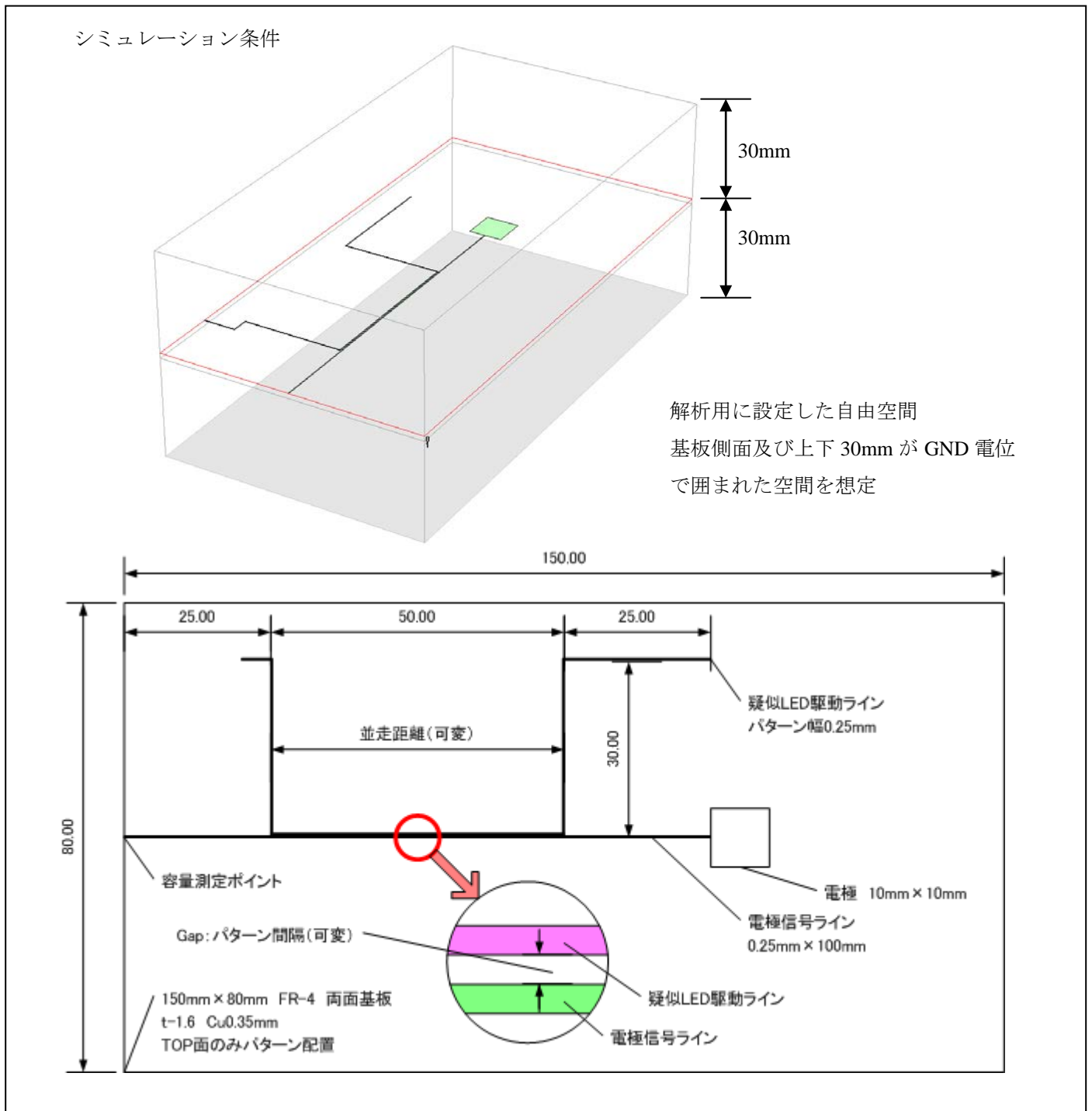


図 3-1 並走するパターンによる寄生容量増加（検証条件）

3.1.2 電極ラインに並走する信号ラインの影響

図 3-2に電極ラインに並走する信号ラインの影響を示します  
 表中の「電位Hi-z」「電位Low」は並走する信号ラインの状態を示し、  
 「Hi-z」はLED-OFF時、「Low」はLED-ON時に電極ラインの寄生容量値を示します

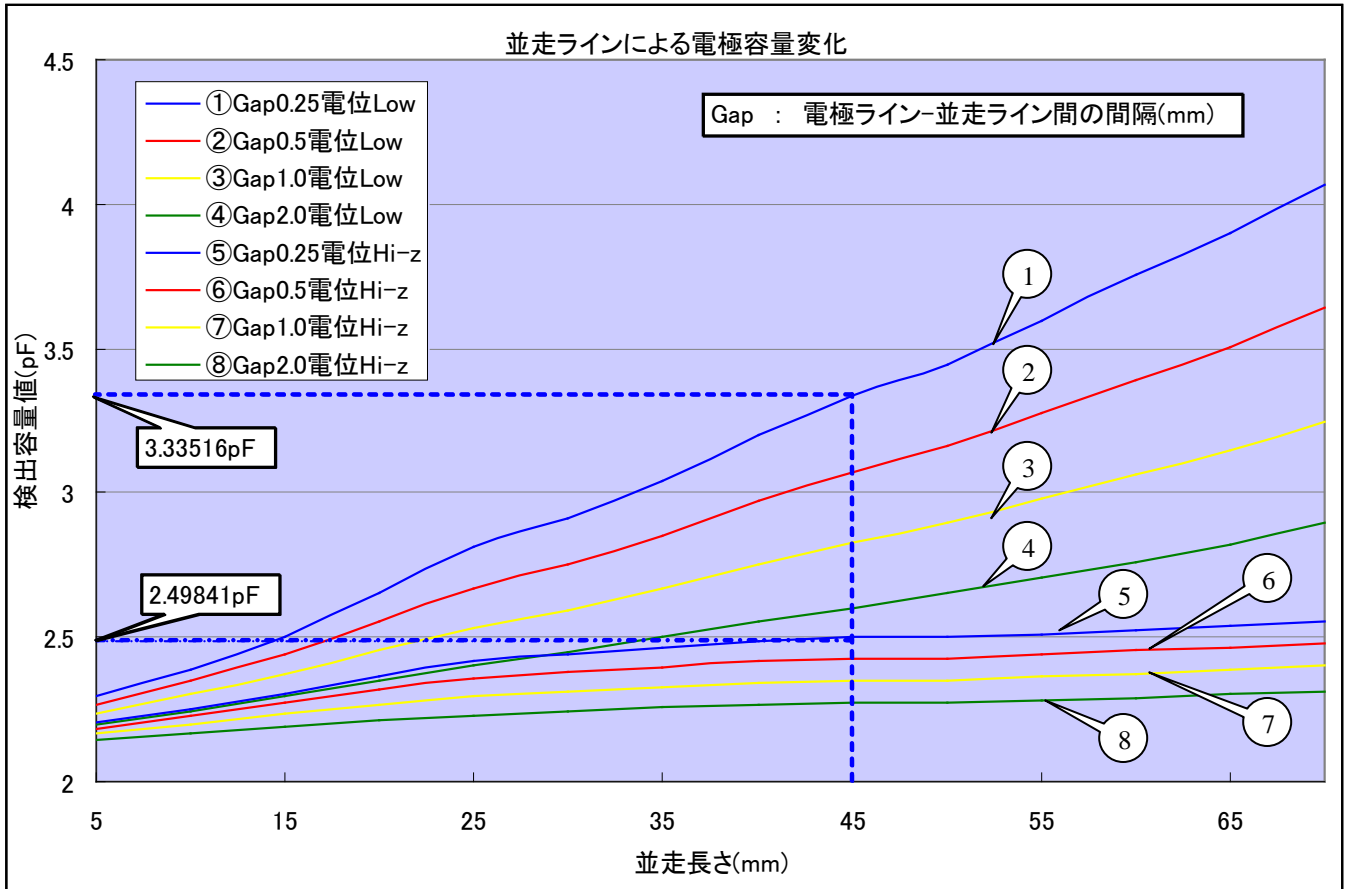


図 3-2 並走するラインの条件による電極ラインの寄生容量変化

上記の様に電極ラインが受ける寄生容量はパターン間の距離に反比例し、並走する長さに比例して大きくなります。

また、並走するラインの電位がGNDレベルの場合寄生容量値は増加します。

例 電極ラインに対して、並走する信号ラインが Gap0.25mm、並走距離45mmである場合に  
 電極ラインが計測する寄生容量値は  
 信号ラインがHi-zである場合は、2.49841pF ————⑤  
 信号ラインがLowである場合は 3.33516pF ————①

## 3.1.3 並走するラインの電位レベル変化による検出容量変化割合

タッチ電極ラインに並走する信号ラインのレベル変化は、タッチ電極が検出する寄生容量値に影響を及ぼします。

信号ラインのレベル変化による影響度を、タッチ電極が検出する寄生容量の変化割合として、図 3-3に記します。

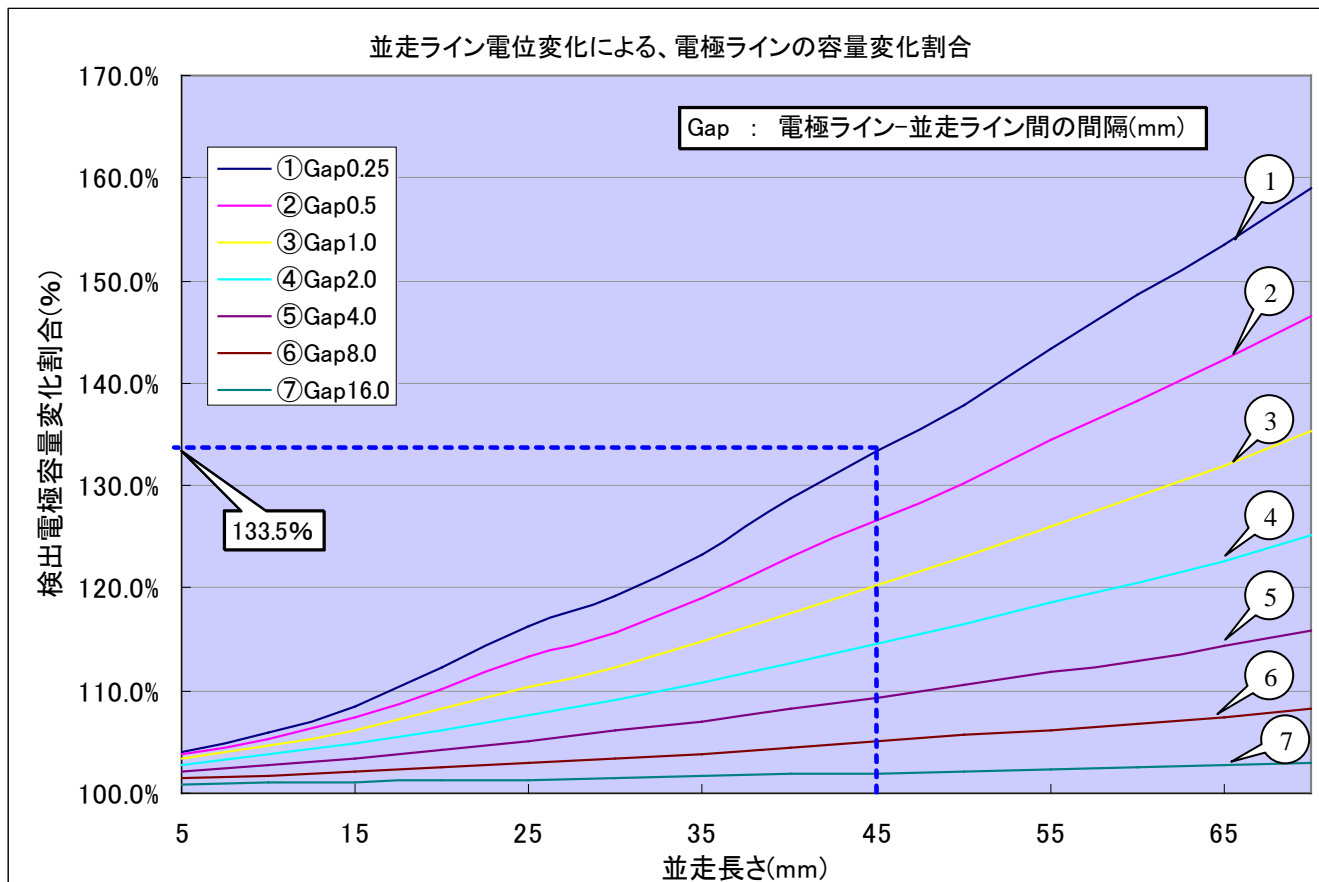


図 3-3 並走するラインの電位変化による、電極ラインの寄生容量変化割合

タッチ電極が検出する寄生容量は、図 3-3の様に、並走する信号ラインの状態 (Hi-z/Low) により大きく変化します。

タッチ電極の容量計測中にLEDのON/OFFがあった場合の検出容量の変化割合を以下の様に算出します

タッチ電極が検出する寄生容量の変化割合

$$= \text{LED-ON (Low) 時の検出容量値} / \text{LED-OFF (Hi-z) 時の検出容量値} \times 100 (\%)$$

例 電極ラインに対して、並走する信号ラインが Gap0.25mm、並走距離45mmである場合

LED-ONによる検出容量の変化割合は

$$= 3.33516\text{pF} / 2.49841\text{pF} \times 100 (\%)$$

$$= 133.5\%$$

LEDの駆動により、検出する容量値が約33.5%増加する事になります。

(LED-ONによる検出容量の増加率 約33.5%)

検出容量の増加は、計測値の変動要因 (ノイズ) となり

システムの状態によっては誤動作の要因になり得ます。

(システム状態 : 通常時の変化量、並走ラインの電位変化による検出容量の変化割合、ON/OFF閾値、等の条件)。



## 4. 開発事例

### 4.1 デモ基板での開発事例

図 4-1 にデモ基板での開発事例を示します。  
本基板では、LED を電極直近に配置しておりますが、制御ラインの配置等により、LED-PWM 制御での影響を極力抑えています。

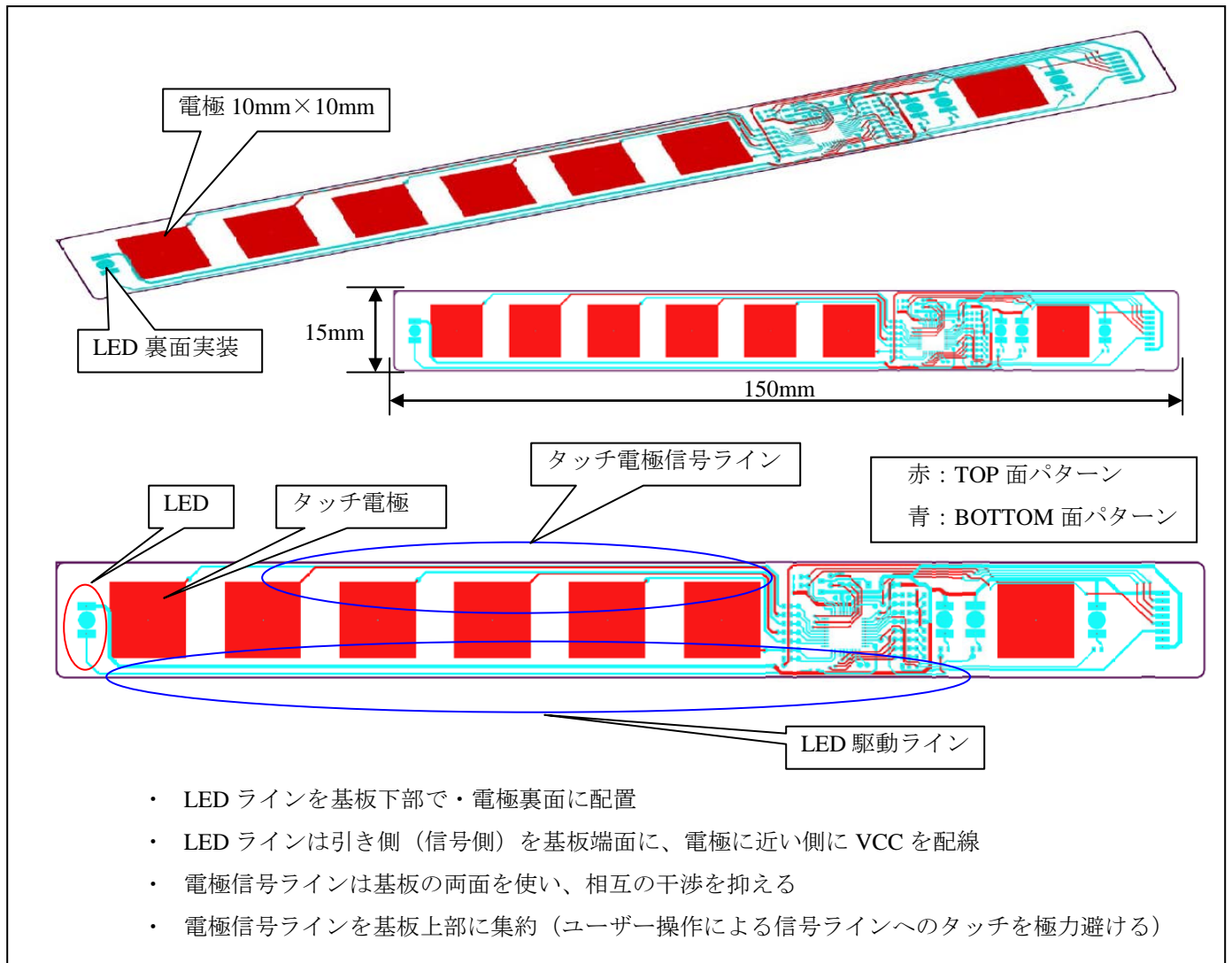


図 4-1 PWM 駆動 LED 搭載のタッチボード配線例

4.2 タッチ電極周辺の LED 配置例

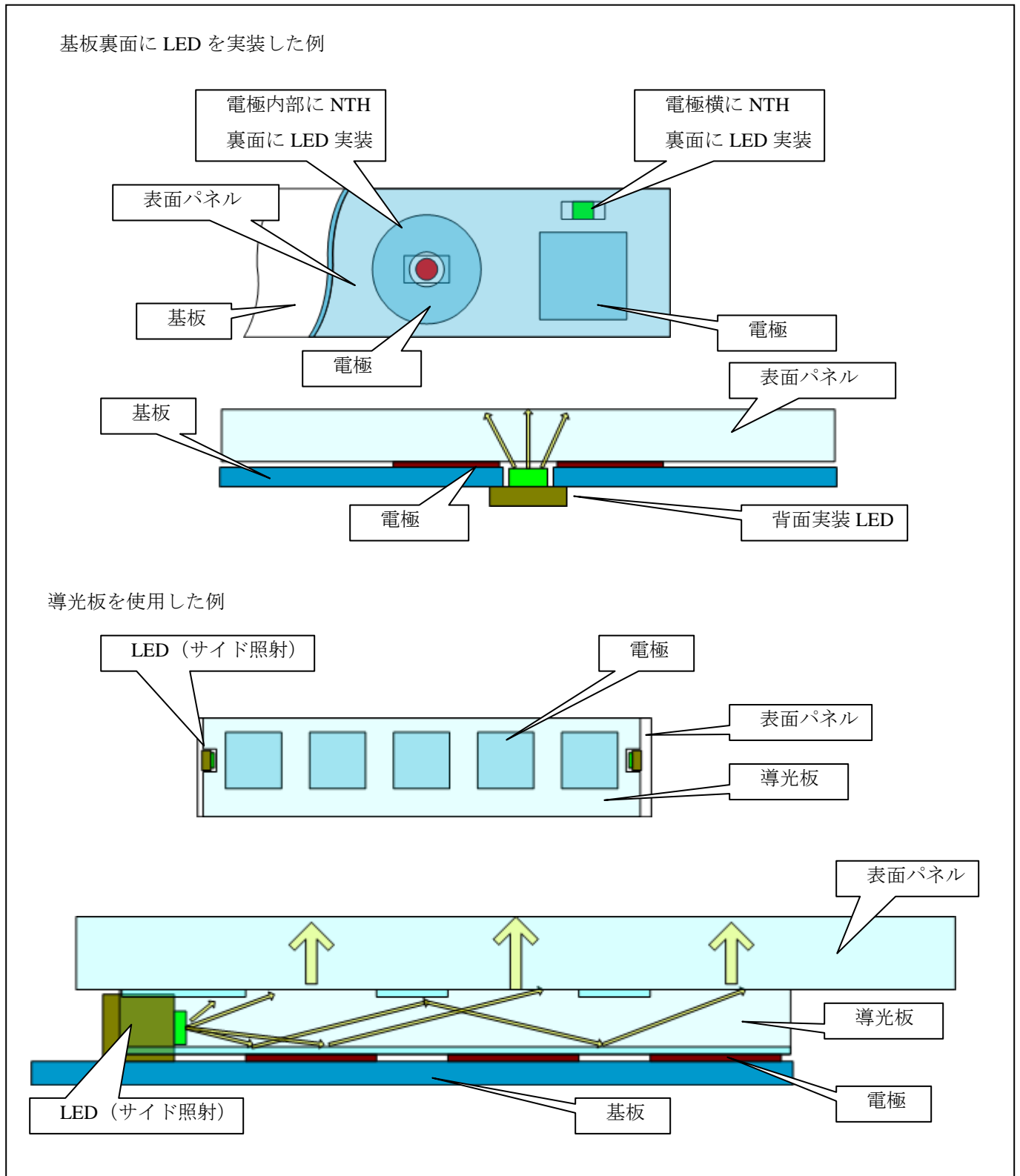


図 4-2 タッチ電極周辺の LED 配置例

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2011.01.25	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている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。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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。
5. 輸出に際しては、「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。本資料に記載されている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情報の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 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。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されてい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生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
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  
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、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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、当社は、一切その責任を負いません。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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。



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・電話番号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 エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■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/inquiry>