

**シリコン半導体技術を生かし
小型化と高性能化を両立した
ローム初のシリコンキャパシタ**

市場動向と開発の経緯

近年スマートフォンなどの高機能化を背景に、小型で低背かつ高密度な実装が可能なコンデンサのニーズが増加している。とりわけ、薄膜半導体技術を用いたシリコンキャパシタは、積層セラミックコンデンサ（MLCC）と比べて薄型で高い静電容量を持つ。温度特性に優れ、高温環境下でも静電容量が変化しにくいなどの優位性もあり、今後も旺盛な需要が見込まれる。こうした背景からロームは、これまで培ったシリコン半導体の加工技術を生かし、小型かつ高性能なシリコンキャパシタ「[BTD1RVFL](#)」を開発した（写真1）。

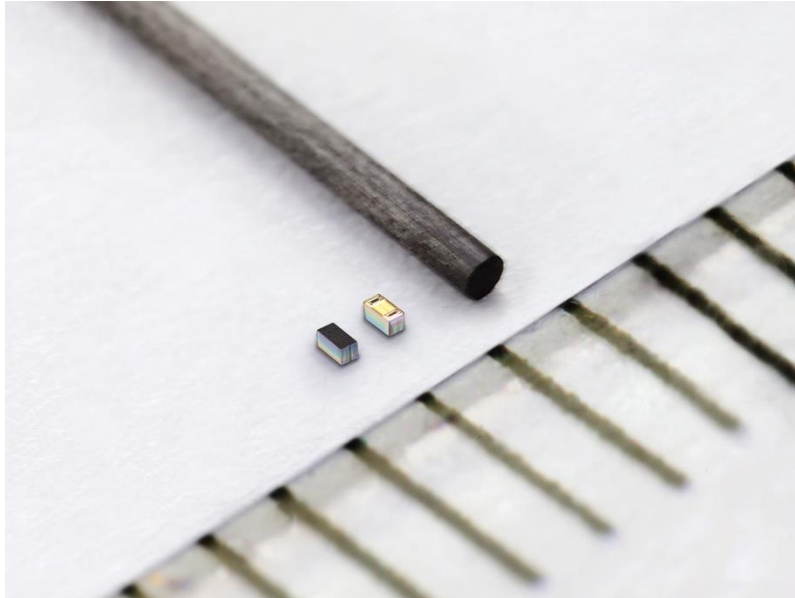


写真1. シリコンキャパシタ「BTD1RVFL」の製品写真（0.5mmのシャーペン芯との比較）

シリコンキャパシタとは

蓄電デバイスであるキャパシタは、電極と電極の間に挟んだ「誘電体」と呼ばれる蓄電可能な絶縁体に電荷を蓄積する。この誘電体にシリコンの酸化物や窒化物を使用するのがシリコンキャパシタである（図1）。

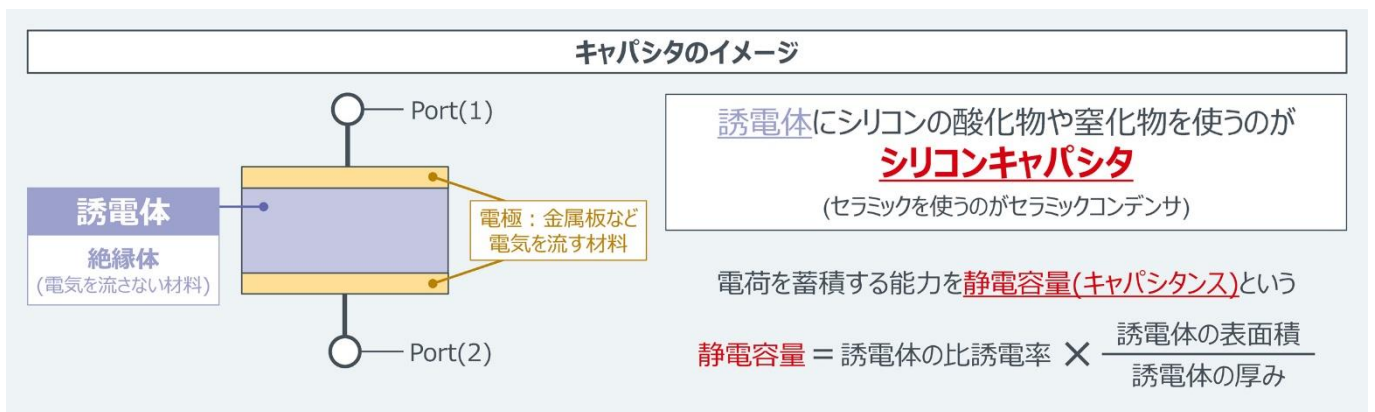


図1. キャパシタのイメージ

キャパシタの静電容量は電極・誘電体の表面積に比例する。加工が容易で厚みを形成しやすいシリコンの誘電体は、トレンチ（深溝）構造をデバイス内部に作り込むことで基板単位面積あたりの誘電体の表面積を増やせるため、小型化と大容量化を両立しやすい。このほか、優れた高周波特性や温度特性に優れるなどの特長もMLCCに対する優位性として挙げられる。

ローム初のシリコンキャパシタ「BTD1RVFL」の特長

今回紹介するロームの新製品「[BTD1RVFL](#)」は、面実装タイプの量産品として業界最小（2024年1月10日ローム調べ）の0402サイズ（0.4mm×0.2mm）を実現した。一般品の0603サイズ（0.6mm×0.3mm）と比べて実装面積を約55%削減できる（図2）。

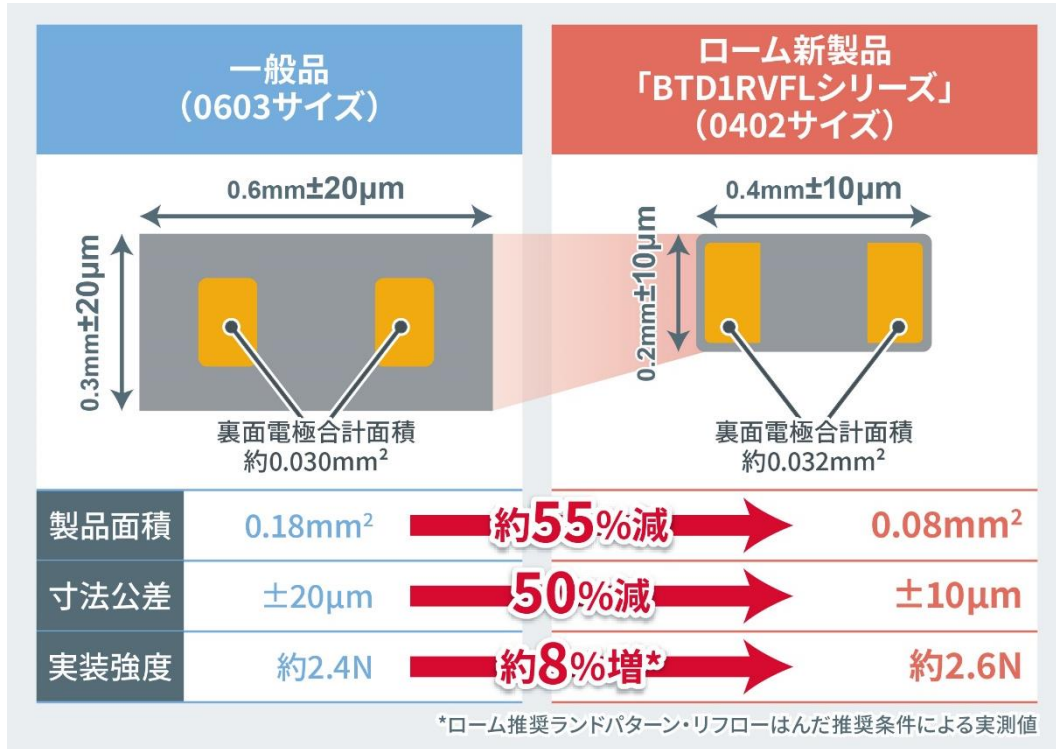


図2. パッケージサイズと実装強度比較

外観形成には、1μm単位での加工を可能にする独自の微細化技術「RASMID™（ラスミッド）工法」を用いる。パッケージ外周部の欠けを無くすことで、寸法公差を一般品比50%減の±10μm以内に高精度化。製品サイズのばらつきを抑えたことで、部品同士の隣接距離を狭めて基板に実装できる。

パッケージの寸法精度向上により、基板との接合面である裏面電極の縁をデバイス外周部に近づけて設計することにも成功した。これにより裏面電極の合計面積は、デバイス底面積のおよそ40%を占める約0.032mm²となり、実装強度は0603サイズの一般品を約8%上回る約2.6Nを確保している。

加えて本製品は、TVSダイオードの内蔵により高いESD耐性を備える。サージ対策など回路設計の工数削減に貢献するほか、外付けのTVSダイオードも不要になる。

デバイスの小型化と寸法の高精度化による高密度実装、TVSダイオード内蔵の相乗効果により、通信回路など基板面積の削減に貢献できる（図3）。

小型化と高性能化を両立したローム初のシリコンキャパシタ White Paper

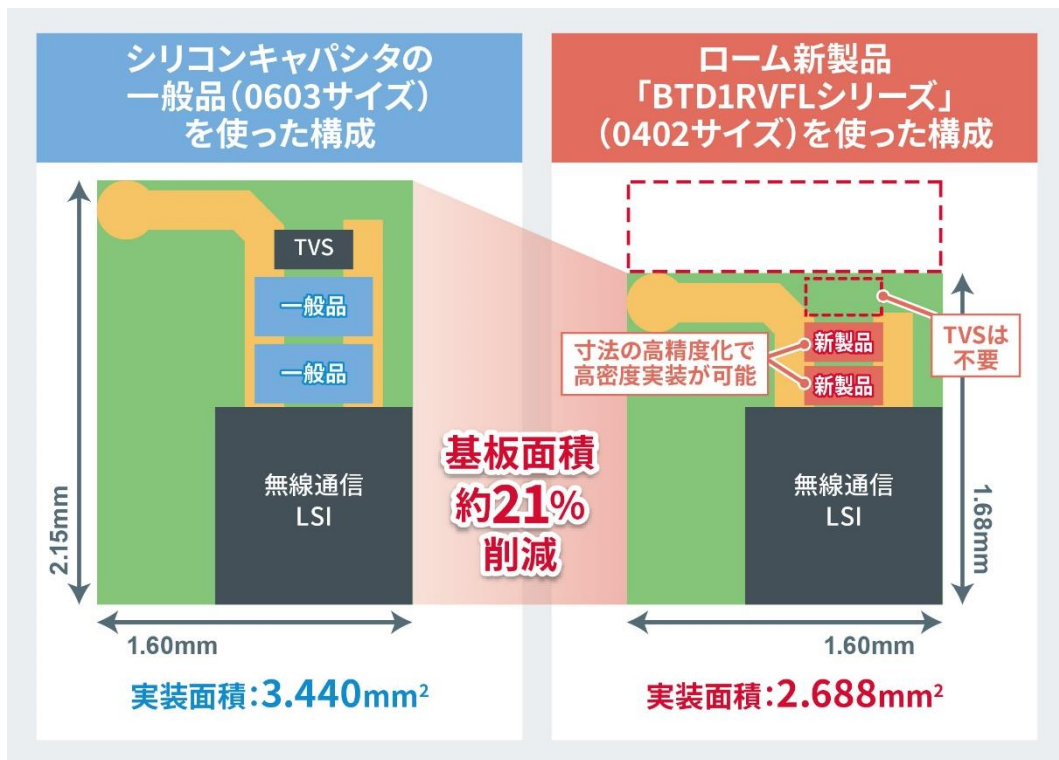


図3. 通信回路における実装面積比較 (イメージ)

本製品は、1,000pFの静電容量を持つ「[BTD1RVFL102](#)」と、470pFの静電容量を備える「[BTD1RVFL471](#)」の2機種を、2023年8月から月産50万個の体制で量産開始した。さらに今後は、静電容量の異なる5機種を開発し、ラインアップを7機種まで拡大する予定である。

今後の開発展望について

本製品は、小型かつ低背なパッケージを持つことから、筐体や内部で使用されるデバイスの小型化・薄型化が進むスマートフォンやウェアラブル端末での使用に適している。また、小型IoT機器や光トランシーバなどのデカップリングコンデンサとしてアプリケーションの小型化にも貢献できる。

またロームでは、今後の通信規格の高度化・高機能化に伴い、スマートフォンやウェアラブル端末の高周波用途での小型低背ニーズがますます増加すると見込んでおり、2024年9月のサンプル出荷を目標に高周波対応モデルの開発を進めている。スマートカードやRFIDタグなどの超薄型デバイスや光トランシーバなどの超高速・大容量伝送機器にも対応できる仕様を目指しており、デカップリングコンデンサとしてだけでなく高周波回路部での使用など用途が拡大されると期待を寄せている。

さらに、自動車の電装化や海・空への無線通信エリアの拡大、データセンターの増加などの市場動向を背景に、車載機器や産業機器向けのニーズも高まりを見せることから、シリコンキャパシタの特徴である高信頼性を活かした製品の開発を計画している。車載機器・産業機器向けは高信頼性だけでなく、耐圧や静電容量、さらにはサイズや構造などの要求が民生機器向けとは大きく異なるため、それらニーズに応えるべく適切な製品ラインアップを揃えていく。(図4)

小型化と高性能化を両立したローム初のシリコンキャパシタ White Paper

高周波対応や幅広いラインアップ展開など市場ニーズに応じた製品開発を進めています

市場要求	小型化、高周波対応、高耐圧化、高信頼性化、多品種化		
製品	新製品 2023年8月量産 1st Gen. Si-Cap BTD1RVFLシリーズ ・0402サイズ ・寸法高精度化(公差±10μm以内) ・高実装強度 ・TVSダイオード内蔵	開発中 2024年9月 サンプル出荷予定 2nd Gen. Si-Cap 高周波対応モデル ・0402サイズ ・高周波対応 ・低ESR ・低損失	計画中 2025年9月 サンプル出荷予定 3rd Gen. Si-Cap 高耐圧・高信頼性モデル ・大容量化 ・耐圧・信頼性向上 ・豊富な製品サイズ ※ラインアップ展開は2026年以降を予定
	対象アプリケーション ・スマートフォン ・ウェアラブル端末 ・小型IoT機器 ・光トランシーバ 	・高速通信アプリケーション ・基地局用パワーアンプ ・スマートカード ・RFIDタグ 	・産業機器 ・車載機器(EVオンボード充電、DC-DCコンバータ、各種センサなど) ・LiDAR 

図4. 今後の開発ロードマップ

おわりに

サステナブルな社会の形成と人々の豊かな暮らしの両立には、通信の高度化を背景とした従来機器の高性能化と、これまでになかった新しいサービスやアプリケーションの登場が求められている。そして、これを下支える高性能デバイスの1つが、小型・低背で高い静電容量を持ち、かつ温度特性に優れたシリコンキャパシタであると期待している。ロームでは、高性能なデバイスの開発によるアプリケーションの進化に加えて、シリコンキャパシタ市場の発展にも貢献できるよう、今後もさらなる開発に努めていく。

※RASMID™は、ローム株式会社の商標または登録商標です。

本資料に記載されている内容は、ロームグループ（以下「ローム」という）製品のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新のデータシートもしくは仕様書を必ずご確認ください。ロームは、本資料に記載された情報に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また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。本資料に記載された応用回路例などの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。ロームは、本資料に記載された情報及び諸データについて、ロームもしくは第三者が所有または管理している知的財産権その他の権利の実施、使用または利用を、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。ローム製品及び本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続きを行ってください。本資料の全部また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または複製することを固くお断り致します。本資料の記載内容は 2024 年 1 月現在のものであり、予告なく変更することがあります。

R2043A

