

真空コンデンサの大電流化と静電容量の大容量化 (VP150タイプ 5kVp-6000pF)

🔊 真空コンデンサ, VC, 大電流, 静電容量大容量, 冷却, 水冷

* 錦織祐市 Yuichi Nishikiori

概要

RF (Radio Frequency) 電源の大容量化・周波数の多様化に伴い、真空コンデンサ (VC: Vacuum Capacitor) において、近年、大電流化・大静電容量化の要望が増えている。VCの大電流化の取り組みでは、当社独自の二重ベローズを採用することで、課題である大電流通電時のベローズ寿命低下を克服した。また、構造や素材の工夫により放熱効果を高めることで大電流化が可能となり、推定400Arms (水冷1200W冷却時13.56MHz) が通電可能な真空可変コンデンサ VP150タイプを開発した。またVCの静電容量の大容量化の取り組みでは、内作している渦巻き電極製造工程を長尺に対応することで、5kVp-6000pFまでの製作が可能になった。今後は、10,000pFの開発に取り組んでいく。



真空コンデンサ (SEMICON Japan2011出展)

1. ま え が き

真空コンデンサ (VC: Vacuum Capacitor) は、電極間が真空であるため、耐電圧が非常に高い。また、誘電体がない真空であるため、誘電体損失による発熱がなく、許容電流が大きい製品である。さらにベローズを使用することで、可変可能なコンデンサを提供している。しかし、誘電率が低いこと2000pF程度までの製品系列であり、主に周波数帯が3~100MHzの装置へ組み込まれることが多い。これに対し、近年はウェハやパネルの大形化に伴い大電流化の要求が増えている。さらに1MHz以下の周波数帯製品の要求もあり、これに対応するために5000pF以上の静電容量を持つ可変VCが求められている。

本稿では、可変VC大電流化とVCの静電容量の大容量化への取り組みについて紹介する。

*VC事業開発部

2. 可変VC大電流化への取り組み

当社製VCでの許容電流は、VH110タイプの空冷170Arms (13.56MHz)、水冷235Arms (500W冷却時13.56MHz) が最大である。VC大電流化の第一の課題は、ベローズ寿命である。ベローズは薄肉成形の部品であり大電流を通電するとジュール熱による自己発熱で高温状態になる。そのため、大気に触れると酸化が加速し寿命が低下する。これを解決するために、真空封止用ベローズと通電用ベローズを用いる当社独自の二重ベローズ構造を採用した。これにより、「真空封止用ベローズは電流が流れないため、高温状態にならず酸化の加速を防止できる」と「通電用ベローズは真空中に配置するため、大気の影響を受けないので酸化しない」を実現し、寿命が低下する原因を防止できた。また、真空中に位置する可動電極の放熱も課題で



第1図 VP150

外径φ150mm、全長265mmの当社最大の真空コンデンサで、推定400Armsの通電が可能である。中間の銅の露出部分に水冷用の口が付いている。

ある。これはC調整機構の素材や形状の組み合わせを工夫することで、放熱向上を図った。これらの対策により、空冷230Arms、推定400Arms（水冷1200W冷却時）が通電可能な真空可変コンデンサ VP150タイプを開発できた。第1図にVP150の外観を示す。

3. VCの静電容量の大容量化への取り組み

当社VCでの静電容量の大容量化は、内製化した渦巻き電極を大口径化することで達成している。第2図に5kVp-6000pF渦巻き電極を示す。2000pF製品では電極展開長が4m程度あるが、直線に伸ばした状態で素材を調達している。しかし、大口径化するためには素材の長さが10m以上必要であり、直線状態では調達困難である。そこで、長尺部品の直線引き工程を内製化することで、現在5kVp-6000pFまでの製作が可能になった。今後、10,000pFの開発に取り組んでいく。



第2図 5kVp-6000pF渦巻き電極

電極の大口径化に伴い、渦巻き電極製造工程を長尺対応とした（電極Gap0.6mm、30巻き）。

4. む す び

VP150の開発により、当社真空コンデンサは推定400Armsの通電が可能になった。今後電極の開発を進め、耐電圧の高い製品・静電容量の大きい製品を充実させていく。本製品の開発を支えていただいた、各メーカーの方々に厚く感謝する次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



錦織祐市 Yuichi Nishikiori
真空コンデンサの設計・開発に従事