

SEMI E136-1104 (Reapproved 0512)

半導体処理装置の高周波（RF）電力供給システムで使用される RF 電源の出力を決定するためのテスト方法

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

免責事項： この SEMI スタンドアードは、投票により作成された英語版が正式なものであり、日本語版は日本の利用者各位の便宜のために作成したものです。万が一英語と日本語とに差異がある場合には英語版記載内容が優先されます。

SEMI スタンドアード日本語翻訳版をご利用にあたっての注釈を本文の末尾に記載しております（「すべきである」「しなければならない」について等）。

本スタンドアードは、Metrics Global Technical Committee で技術的に承認されている。現版は 2011 年 12 月 24 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2012 年 5 月に www.semiviews.org および www.semi.org で入手可能となる。初版は 2004 年 11 月発行。

注意: 本文書は、編集上の修正を伴い、再承認された。

1 目的

1.1 本テスト方法の目的は、半導体処理装置の高周波（RF）電力供給システムで使用される RF 電源の出力を測定する正確な方法を提供し、SEMI E113 をサポートすることである。

2 範囲

2.1 本テスト方法では、RF 電源から出力される真の出力（つまり加熱電力）を決定するために必要なテスト手順および装置を指定する。このテスト方法では、参照スタンドアードとして、正確な DC 置換手法を使用して予め校正された熱量電力計を使用する。

2.2 本テスト方法の主な対象は、次のタイプの半導体処理装置であるが、それらには限定されない。

- ドライエッチング装置、および
- 薄膜堆積装置 (CVD と PVD)

注意： このスタンドアードおよび安全ガイドラインはその使用に関連した全ての安全上の問題を取り扱うことを意図していない。この文書の使用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事項を決定し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 制限

3.1 本テスト方法は、広い範囲の周波数と電力で動作する RF 電源の真の出力を測定する汎用の手段を提供することを意図している。本方法がカバーする周波数と電力の限界値は、選択される個別のシステムコンポーネントによって決まる。

3.2 本テスト方法は、伝送システムの特性インピーダンスが 50 Ω であるという前提である。

3.3 装置と手順が各地域の法的要求条件を満足していることを確認するには、国際、国家、地域の規約、規則、法規を調査しなければならない。

3.4 テスト手順自体に関連する特定の安全に関する問題は、テストを安全に実行するには、安全に関する手順が必要であることの喚起として記述されている。

3.5 このスタンダードは、安全性または RF 放出や電気規格に関連した性能課題には着目しない（例：Underwriter's Laboratory, Inc. (UL), the National Electrical Code (NEC®), Federal Communications Commission (FCC)）。この種の装置に適用される、適切な地域規格と規則に従うことはこのスタンダードの使用者の責任である。そして、そのいくつかは参考文献に含まれる。

4 参照スタンダード

4.1 SEMI スタンダードおよび安全ガイドライン

SEMI E113 — Specification for Semiconductor Processing Equipment RF Power Delivery Systems

SEMI E114 — Test Method for RF Cable Assemblies Used in Semiconductor Processing Equipment RF Power Delivery Systems

注意： 別途指示のない場合、引用された全ての文書は最新版を指す。

5 用語

5.1 略語および頭字語

5.1.1 AC (*alternating current*) — 交流

5.1.2 CVD (*chemical vapor deposition*) — 化学蒸気堆積

5.1.3 DC (*direct current*) — 直流

5.1.4 NIST (*National Institute for Standards and Technology*) — 国立標準技術研究所

5.1.5 PVD (*physical vapor deposition*) — 物理蒸気堆積

5.1.6 RF (*radio frequency*) — 高周波

5.1.7 VSWR (*voltage standing wave ratio*) — 電圧定在波比

5.2 定義

5.2.1 ケーブルアセンブリ (*cable assembly*) — RF 電力供給システムの各種部品を接続するために使うコネクタを含むケーブル（伝送線）の部分。

5.2.2 熱量計 (*calorimeter*) — 真の加熱電力を決定するために、温度差と流量を用いる RF 電力測定装置。

5.2.3 高調波 (*harmonic frequency*) — 高調波は基本周波数の整数倍として定義される。例えば、13.56 MHz の第二高調波は 27.12 MHz である。

5.2.4 RF 電源, RF 発振器 (*RF generator*) — RF エネルギーを発生するために使用される RF 電力供給システム内のコンポーネント。

5.2.5 RF 終端 (*RF termination*) — RF 伝送システムを終端するデバイスであり、RF 電気エネルギーを熱に変換する。通常、RF 終端は伝送システムの実特性インピーダンスと同じ値である。

5.2.6 RF 負荷 (*RF load*) — RF 終端を示す別の用語。

5.3 記号

5.3.1 db — decibel

5.3.2 ft. — foot

5.3.3 kW — kilowatt

5.3.4 MHz — megahertz

5.3.5 m — meter

5.3.6 mW — milliwatt

5.3.7 Ω — ohm

5.3.8 V — volt

5.3.9 W — watt

6 テスト装置

6.1 熱量電力計 — この計測器は、定格が RF 電源の最大出力の高効率な水冷 RF 終端と組み合わせて使用するように設計されている。代表的な熱量電力計は、内部熱電対かサーミスタ式の温度センサ、高精度の冷媒流量計、校正定数と冷媒の物理特性を記憶した処理回路を使用する。特定の電力レベルで校正した後の測定精度が $\pm 1\%$ を提供できる計測器を選択すること。

6.2 水冷 RF 終端 — このデバイスは、RF 電源のテスト用に低い電圧定在波比 (VSWR) (つまり反射損失が大きい) の終端を提供する。テスト対象の RF 電源について適切なサイズの RF 終端を使用すること。最後に、電気分解の影響による損傷無しに直流 (DC) のエネルギーを発散できる RF 終端を使用すること。RF 電源と終端を相互に接続するケーブルも含め RF 終端の反射損失は、30 dB 以上でなければならない。この反射損失により、RF 電源と熱量計の間で最大電力を伝送できる。

注 1: RF 終端の安全に関する推奨事項については、7 章を参照すること。

6.3 電圧計および電流計 — これらのメータを使用して、熱量計の DC 校正中に熱量計の負荷に印加される電圧と電流を測定する。これらの計測器は、NIST トレース可能なことを示す証明書がなければならない。電圧と電流の測定精度が 0.2%未満のメータを選択すること。

6.4 校正電源 — この電源は、熱量電力計を校正するために、クリーンな DC エネルギー源として使用する。校正を実行するのに適したサイズで、すべてのレベルで非常に安定した出力を提供する電源を使用すること。

6.5 ケーブルおよびコネクタ — 本テスト方法で説明するテストを実行するには、さまざまな接続ケーブルが必要である。それらには、DC 電源と測定する計測器および RF 負荷を接続する低損失のケーブルが含まれ、さらに RF 電源を負荷に接続する低損失の RF ケーブルとコネクタが含まれる。

6.5.1 ケーブル損失を最小にするために、相互接続ケーブルの長さを最小にすること。

6.5.2 さらに、使用するケーブルの接続に関連する損失を補償すること。

6.5.3 例えば、DC 電源と熱量計の接続に 6 m (20 フィート) の #10 AWG の銅線を使用する場合、この銅線により DC 電源と 50 Ω 終端の間に約 0.04 Ω の抵抗が追加される。50 Ω の終端で 500 V の DC 電源を使用すると (つまり 5 kW)、銅線で約 4 W の損失を生じる。

6.5.4 ケーブル損失の値に従って、熱量計の指示値を調整すること。

注 2: 例えば、13.56 MHz で動作し 3kW を発生する RF 電源が長さ 6 m (20 フィート) の RG-217/U 同軸ケーブルで熱量計に接続されているものと仮定する。RG-217/U 同軸ケーブルの損失仕様は、13.56 MHz で 30 m (100 フィート) あたり 0.41 dB である。従って、6 m (20 フィート) のケーブルでは、損失は 0.41/5、つまり 0.082 dB になる。RF 電源が 3 kW を発生すると、ケーブル損失により熱量計の指示値は約 2.944 kW となる。

7 安全注意事項

注 3: 本テスト方法に記載されるテストには、低出力のテスト計測器 (代表的な値は 10 mW 未満) の使用を含む。

7.1 作業は、地域の安全に関する要求条件およびテスト装置の製造元が推奨する安全手順に従って実行しなければならない。

7.2 テスト装置の近傍周辺には、不要な装置や資材がないように整理しなければならない。

7.3 テスト担当者は、長い RF ケーブルや電源自体等の重量物を持ち上げる適切な装置があることを確認しなければならない。