

仕 様 書

1. 件名：パルスレーザー堆積装置用レーザー

2. 研究の概要

国立研究開発法人産業技術総合研究所エレクトロニクス基盤技術研究部門では、日本学術振興会科学研究費助成事業（科研費）基盤研究 S の一環として革新的エッジ AI：人の周りの長時間スケール現象と相互作用する情報処理の学理構築を行っている（研究期間 2025 年 4 月～2030 年 3 月）。その中でエッジ AI デバイス用の酸化物素子の開発を行っているが、リークが少なく、高いオン／オフ比を得るためには高品質な酸化物薄膜を作製することが必要であり、その作製のためにパルス YAG レーザーが必要である。

3. 装置の概要

本装置は、パルス YAG レーザー本体、冷却装置一体型レーザー電源、アッテネーターから構成される酸化物薄膜を作製するために必要な既存のパルスレーザー堆積装置（強相関ヘテロ接合作製加工装置、資産番号 03AA6647）用レーザーである。原料となる酸化物ターゲット上に本装置からのレーザー光を集光して蒸発させることで、酸化物薄膜の作製を行う。

冷却装置一体型レーザー電源は、レーザー本体を動作させるために必要な電力の供給と制御を担う。また、レーザー本体内部の部品の温度を一定に保ち、レーザー本体を安定に動作させるための装置である。

アッテネーターは、レーザー本体から出射されるレーザー光の強度を調節するための光学部品である。

4. 物品の構成

4-1：パルス YAG レーザー本体

4-2：冷却装置一体型レーザー電源

4-3：アッテネーター

5. 構成別仕様詳細

5-1：パルス YAG レーザー本体

5-1-1：パルス YAG レーザーであること。

- 5-1-2: 酸化物ターゲットを蒸発させるのに十分な強度が必要であるため、レーザー1パルスあたりのエネルギーは 95mJ 以上であること。
- 5-1-3: 作製する薄膜の膜厚は、照射するレーザーのパルス数で制御するため、レーザー本体はパルスレーザーであること。
- 5-1-4: 作製する薄膜の成長レートはパルスの繰り返し周波数で制御するため、パルスの繰り返し周波数は 1Hz から 10Hz まで変化させることができること。
- 5-1-5: 高品質な酸化物薄膜を作製するには、適当なパルス幅を持つレーザーを用いる必要がある。照射するレーザーが短いとその分単位時間当たりのエネルギーを増加させなくてはならないので、ターゲットが破碎して薄膜に粒状の粒子が付着する。一方パルス幅が長すぎると、酸化物ターゲットが加熱されて融解する。よってレーザーのパルス幅は 12 ナノ秒以上 25 ナノ秒以下であること。倍波結晶を用いて上記パルスを得る場合は、倍波結晶入射前のパルス幅で評価することも可とする。
- 5-1-6: 酸化物ターゲットにレーザー光を吸収させて蒸発させるために、レーザーから出力される波長は 260nm 以上 270nm 以下であること。ただし、倍波結晶を用いて上記の波長を得ることも可とする。
- 5-1-7: 異常発生時に安全が確保されるよう、インターロック機構を備えること。
- 5-1-8: 安定な製膜レートを得るために、レーザーの強度変動は 2%以内であること。倍波結晶を用いて 5-1-5 の波長を得る場合は、倍波結晶入射前の強度変動で評価することも可とする。
- 5-1-9: 安定な製膜レートを得るために、レーザーのパルス幅の変動はパルス幅の 1%以下であること。
- 5-1-10: 長時間の製膜が行えるように、12 時間以上の連続稼働が可能なこと。
- 5-1-11: メンテナンスコストの観点から、毎日 1 時間動作させた場合に、最低 240 日間は部品の交換が不要なこと。
- 5-1-12: レーザー光を酸化物ターゲット上に集光できるように、レーザー本体から射出されるレーザー光のスポット径は $\phi 10\text{mm}$ 以下であり、レーザー光の発散の角度は 1 度以下であること。
- 5-1-13: レーザー本体を動作させるために、光学系の調整が不要であること。
- 5-1-14: 装置設置場所の制約から、レーザー本体の大きさは、長さ 1200mm 以内、幅 500mm 以内、高さ 300mm 以内であること。

5-2: 冷却装置一体型レーザー電源

- 5-2-1: レーザー本体の動作に必要な電力を供給すること。

- 5-2-2: レーザー本体の動作に必要な制御を行うこと。
- 5-2-3: 電源は単相 200V の電源から供給すること。
- 5-2-4: 電源の最大電流値は 50A 以下であること。
- 5-2-5: 外部信号で、レーザーのオン／オフ、パルスの繰り返し周波数の設定が可能なこと。
- 5-2-6: 異常発生時に安全が確保されるよう、インターロック機構を備えること。
- 5-2-7: レーザー電源の起動から 30 分以内にレーザー光の出射が可能なこと。また、起動後はいつでもレーザー光を出射できること。
- 5-2-8: 装置設置場所の制約から、レーザー電源は長さ 500mm 以内、幅 500mm 以内、高さ 550mm 以内であること。
- 5-2-9: レーザー本体を安定に動作させるのに必要な、レーザー本体の冷却を行うこと。
- 5-2-10: レーザー本体から出射直後のレーザー位置が 1mm 以上ずれるような振動を発生させないこと。
- 5-2-11: 冷却装置一体型レーザー電源に内蔵されている冷却装置は、空冷式チラーであること。
- 5-2-12: レーザー本体の動作に必要な配線と配管がなされていること。

5-3: アッテネーター

- 5-3-1: レーザー本体から出射されるレーザー光の強度を最低 10%以下から最高 85%以上まで連続的に変化可能なこと。
- 5-3-2: アッテネーターの直径は、レーザー本体から出射されるレーザー光のビーム径より大きいこと。

6. 特記事項

- 6-1: 受注者は電源と装置の接続を実施すること。電源と装置を接続するためのケーブル類は受注者が用意し納入すること。装置の詳細な設置場所ならびに電源の位置については、予め調達請求者に確認すること。
- 6-2: 納品する装置等について、法令に基づく申請、届出、又は、報告等が必要な場合は、適切に実施すること。産総研が自ら行う必要がある場合は調達請求者に対し、手続きに要する期間を勘案し、手続きが遅滞しないよう、手続きに必要な情報の提供を行うこと。
- 6-3: 設置の際に、適切な耐震固定を実施すること。
- 6-4: 装置設置場所は 2 階である。エレベーターを使用する場合は、幅 1150mm、奥行き

1150mm、入口幅 800mmであることを考慮する事。エレベーターを使用できない場合は、クレーン等必要な機材を受注業者が手配すること。

6-5:本装置をパルスレーザー堆積装置(強相関ヘテロ接合作製加工装置、資産番号：03AA6647)と組み合わせて使用するために必要な装置位置の調整と光学系の調整は受注者が行うものとする。ただし、波長 266nm 用 45° 2 インチミラー及びミラーホルダー 1 セット、波長 266nm 用 22.5° 2 インチミラー及びミラーホルダー 1 セット、波長 266nm 用焦点距離 500mm 2 インチレンズ及びレンズホルダー1 セットは産総研支給とする。また、パルス YAG レーザー本体を配置するための架台は産総研支給とする。

7. 納品確認試験等

7-1:本装置を搬入、据付、調整の後、調達請求者の立会いのもと、仕様書を満たしていることを確認したうえで、装置が正常に作動することを確認し、その結果を納品確認試験成績書として提出すること。

7-2:外観を著しく損ねるような傷、へこみ等が無いことを確認する。

8. 支給品

8-1: 波長 266nm 用 45° 2 インチミラー及びミラーホルダー 1 セット

8-2: 波長 266nm 用 22.5° 2 インチミラー及びミラーホルダー 1 セット

8-3: 波長 266nm 用焦点距離 500mm 2 インチレンズ及びレンズホルダー1 セット

8-4: パルス YAG レーザー本体を配置するための架台 1 台

9. 納入物品

9-1:パルスレーザー堆積装置用レーザー 一式

9-2:納品確認試験成績書 一部(紙媒体または電子媒体)

9-3:取扱説明書 一部(紙媒体または電子媒体)

※電子媒体の場合は、外部電磁的記憶媒体によらないこと。

10. 納入場所

茨城県つくば市東 1-1-1

国立研究開発法人産業技術総合研究所 エレクトロニクス基盤技術研究部門

つくばセンター中央事業所 5 群 4-8 棟 2222 室

11. 納入の完了

本件は「9. 納入物品」に記載された納入物品が過不足なく納入され、仕様書を満たしていることを確認して、納入の完了とする。

12. 納入期限

2026 年 2 月 27 日(金)

13. 付帯事項

13-1: 搬入・設置完了後の養生材、梱包材は納入者が引き取り、適正に処理すること。

13-2: 納入時には、本装置の安全操作及び一般的な保守について講習を行うこと。

13-3: 納入された製品における能力内の使用中に発生した、納入の完了後 1 年以内の故障については、その修理、調整等責任をもって無償で行うこと。

13-4: 本仕様書の技術的内容及び知り得た情報に関しては、守秘義務を負うものとする。

13-5: 本仕様書の技術的内容に関する質問等については、調達請求者と協議すること。
また、本仕様書に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、調達担当者と協議のうえ決定する。

13-6: グリーン購入法適用品の場合は、グリーン購入法に定められた判断基準を満たすものを納入すること。

13-7: 運搬に必要な機材等は請負者が準備し、安全に配慮して適切に使用すること。

13-8: 大型車両の駐車等で通行や駐車場等の規制が必要な場合は、事前に当所担当者に連絡し、必要な範囲、時間帯の打ち合わせをすること。

13-9: 床等の保護資材は全て請負者が準備し、調達請求者からの特段の指示がない場合、使用後は全て持ち帰ること。

以上