

安全性確保・生産性向上の双方を実現する レーザー溶接用電子ゴーグルの開発

01. はじめに

近年、レーザーの高出力化と低価格化により「レーザーハンドトーチ溶接」が普及しつつあります。

溶接は眼前で強い発光(プラズマ発光・輻射光)が生じる作業であり、この光は非常に危険で目の炎症や失明のリスクがあります。さらに、レーザー溶接ではさらに危険なレーザー光の反射・散乱が発生します。

上記の光を防ぐために光学濃度の高い(色の濃い)光フィルタを用いて作業をしています。ただし発光が生じていないと視界が暗すぎるあまり加工点や被加工物が十分に見えないことがあり、作業性が悪くなる場合があります。

また、レーザーの反射光が保護マスクの光フィルタを破壊し突き抜ける恐れもあり、高出力のレーザー光を用いる場合、光フィルタ越しに肉眼で見ることは危険です。



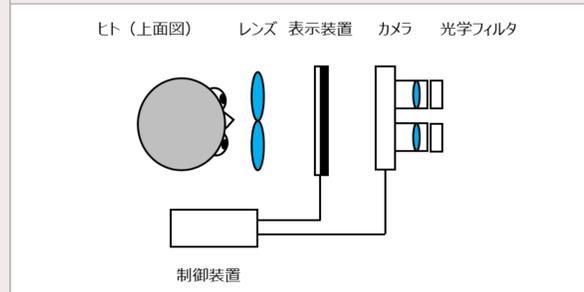
02. 目的

溶接作業時には保護具としての安全性を確保しつつ視認性を向上させ、溶接作業以外でも十分な視認性を確保することにより作業性向上を実現する「レーザー溶接用電子ゴーグル」の開発を目的としています。

また、電子ゴーグルは小型コンピュータで制御しており、外部出力から作業者の視点を第三者がリアルタイムで共有できます。これを拡張し「熟練作業からの技能伝承に役立つツール」としての付加価値提供も目指しています。

03. 電子ゴーグルの仕様

電子ゴーグルは、光学フィルタ・二眼カメラ・ディスプレイ・接眼レンズ・制御コンピュータから構成されています。



光学フィルタとカメラの組み合わせで以下の要点を満たすことで、溶接時・非溶接時共に白飛びや暗すぎることがなく溶接部位の様子が確認できる状態を確立し、作業性向上を実現します。

1. 全体の光量の調節
2. 溶接中のプラズマ発光の眩しさ軽減
3. 溶接点が高温になることで発生する強い光(輻射光)の低減
4. 反射・散乱したレーザー光の低減
5. 溶接時・非溶接時ともに溶接ガイド光(赤い光)の可視化

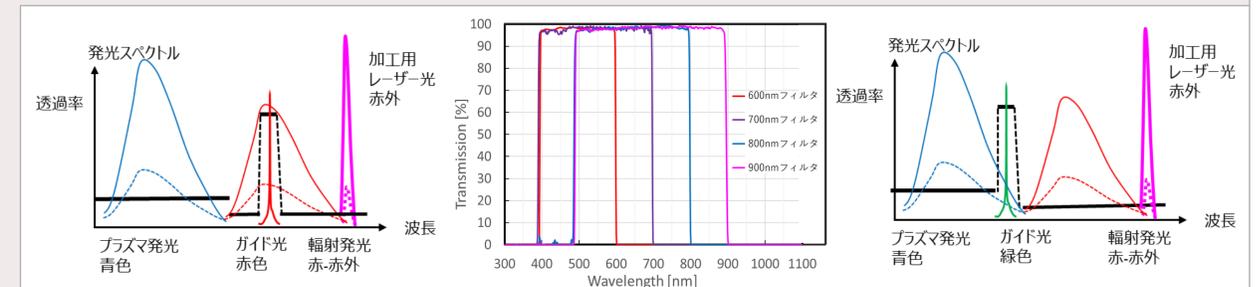
二眼カメラでは、視差を有する二つのカメラを用いて二つの映像を取得します。一つのカメラでは奥行きを感じる事ができないため作業性が非常に低下します。取得した視差のある二つの映像によって肉眼で見る視界と同様の立体視を表現することで、作業性の向上を実現します。

そしてディスプレイ越しに光を見る構造によって、安全性を確保します。

制御コンピュータでは、作業員本人だけでなく第三者にもリアルタイムで映像を共有します。さらに第三者がデバイス(タッチペン入力可能)に描いた絵を作業員のディスプレイに映すことで新しい指導の形を実現し、技能伝承ツールとして本電子ゴーグルを提供することができます。

04. 透過波長の制御

- ・レーザー溶接時に関わる光のスペクトルを観測(下図左)
- ・バンドパスフィルタによってレーザー光の反射・散乱光を除去可能
- ・可変式の光減衰器によってレーザー溶接時の光を分離・減衰し、全体の光量を調整可能
- ・観測したレーザー溶接時に関わる光のスペクトル表と、特定の波長を透過するフィルタ系列の表(下図中央)から、ガイド光の波長を変更する有効性(下図右)を見出した



05. 高ダイナミックレンジ化

レーザー溶接は極めて明るい部分と通常の明るさの部分とが混在するため、映像の一部が白飛びしてしまいます。そのため、より広いダイナミックレンジに対応したHDRカメラを採用しています。

ダイナミックレンジ(DR)：明るいところから暗いところまで観測できる幅のこと
HDR：強い光の映像と暗い光の映像2つの良いところを融合した映像を生成する技術

06. 立体視

視差を有する二つのカメラの映像を用いて立体的な映像を作り出しました。カメラの取り付け時の角度調整を容易にする調整機構を作成し、カメラの角度調節とディスプレイの倍率調節を絶妙に行うことで、実際の作業中の見え方を再現しました。

07. 今後

現状試作段階であり、以下の改善と開発を実施予定です。

- ・04で先述したガイド光の波長の検討
- ・視認性向上による作業性向上に向けて、溶接での試用を重ねて光学フィルタの設定を調整
- ・立体視性能の更なる向上
- ・現状の溶接では問題視されないが、将来的な拡張を考えたフレームレートの向上
- ・光波長フィルタの特性を調整し、電気アーク溶接作業への適応を検討
- ・第三者がタッチペン入力をした画面を作業員に共有する機能実装に向けた開発
- ・販売を視野に入れた、市場性の調査と事業化に向けた活動