株式会社 フォトクロス

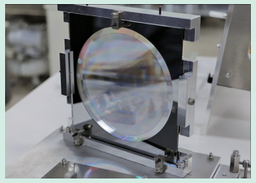
計算機生成ホログラム（CGH）の設計プロセスの改善

独自技術であるCGH（計算機生成ホログラム）の設計フローに、汎用光線追跡ソフトウェアを導入することによって、これまで不可能であった仕様のCGHの設計を可能にし、かつ設計ミスリスクの回避率を高めることを目指す。

代 表 者　池田　優二
設　　立　2021年12月22日
資 本 金　5,000千円
従業員数　7人
業　　種　技術サービス業
所 在 地　京都府京都市左京区岩倉忠在地町819-1 D棟
TEL　075-748-1491　FAX　075-748-1492
URL　https://photo-cross.com
E-mail　sales@photo-cross.com

主要製品

非球面測定用 CGH、非接触形状測定装置（CGH 干渉計）、カスタム非球面ミラー



得意分野

光学関連機器およびシステムの設計・開発・コンサルティング、CGH の設計・製造、自由曲面ミラー設計・製造・測定

取組のきっかけ

◆ 光を操る技術の未来へ

当社は、光学原理を応用した製品や技術を大学・研究機関・民間企業へ提供するBtoB企業です。中核技術である「CGH（計算機生成ホログラム）」は、光の波面形状や方向をコンピュータ上で設計し、自由自在に制御できる画期的な技術であり、通信、レーザー加工、AR/VR、LiDAR、精密光学測定など、未来の光学応用を支えるキーテクノロジーとして注目されています。

当社が得意とする波面透過型CGHは、ガラス基板上に数十万～数百万本もの微細な曲線パターンを描くことで光の波面形状を制御します。当社ではこれまで、自社開発の設計ソフトウェアを用い、独自のアルゴリズムでホログラムの設計を行ってきました。しかしこの設計プロセスは、理論計算結果と設計によって得られた描画パターンの確認を逐次行う必要があり、その妥当性の判断には高度な専門知識と多くの時間が必要でした。特に、自社ソフトウェアはダブルチェック機能がなく、設計結果の検証には実際のCGHを描画し得られる波面を確認するしか手段がないという構造的な問題があり、お客様の仕様に合わせたカスタマイズ製品を製作するためには多大なコストと工数を要することも負担となっていました。

さらに、より広いアプリケーションに対応するため、画素数拡大（空間解像度向上）を実現する技術開発にも挑戦しており、従来とは異なる方式の検査用ホログラムが求められていましたが、既存の設計アルゴリズムではこの方式に十分対応できず、新しいアプローチが不可欠となりました。

そこで本事業では、光学分野で実績のある市販ソフトウェア「Zemax OpticStudio」を導入しました。同ソフトは光線追跡計算において汎用性と応用性が高く、あらゆる光学システムの設計に広く用いられているため、CGH設計への応用も期待されました。このソフトウェアを用いた解析と検証を設計フローに組み込み、従来のボトルネックであった「検証不能リスク」を解消し、生産性と信頼性の双方を高める設計プロセス改革に踏み出しました。

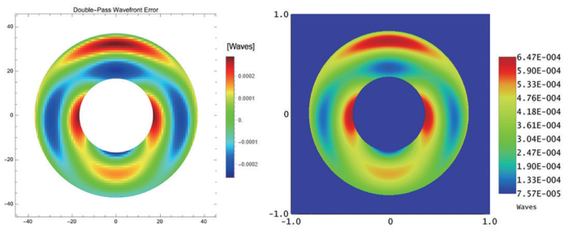
取組内容

◆ 革新的プロセスの導入

本事業では、2023年2月から11月にかけて以下のステップで新たな設計プロセスを構築しました。

1. 既存ソフトとZemaxの整合性確認（2～3月）

まず、従来の自社ソフトウェアとZemax OpticStudio



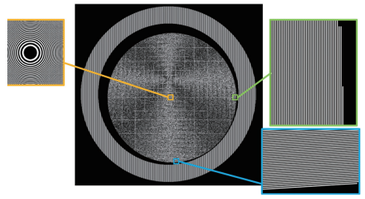
弊社製作ソフトウェアでの設計結果　Zemax OpticStudio Proでのモデリング結果

弊社ソフトウェアと導入ソフトウェアでの設計比較

で同じモデルを構築しました。自社ソフトウェアの設計結果と比較したところ、互いのモデル間の波面誤差がλ/3000 @633nm以内という極めて高精度な結果が得られ、Zemaxによるシミュレーション結果が設計理論上も妥当であることが明らかになりました。

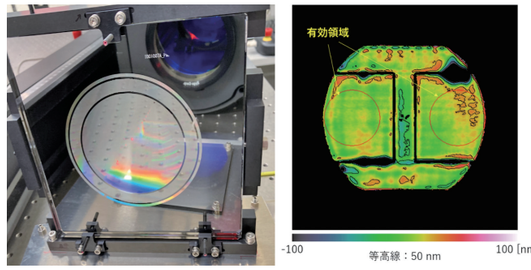
2. インターフェース開発と試作検証（3～7月）

Zemaxの出力データを半導体描画装置で読み取れる「dxf図面形式」に変換する自動化プログラムを開発することで、データ変換から描画までのプロセスがシームレスにつながり、これまで数週間要していた試作準備工程が大幅に短縮されました。



CGH の設計パターン例

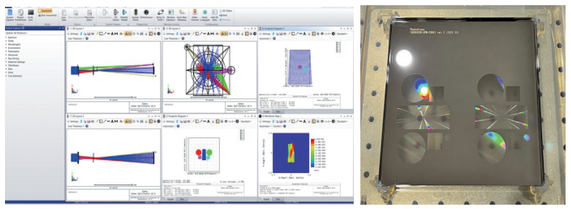
続いて、ソフトウェア上の解析結果を基に試作品（ハードウェア）を製作し、実際の非球面ミラー測定で性能を検証しました。設計値どおり精度（＜λ/10@波長633nm）を実現し、解析・設計・製作の一貫プロセスが確立されました。



試作 CGH（左図）と試作 CGH による非球面ミラーの測定結果（右図）。非球面ミラーの要求精度である面精度λ/10@ 波長 633nm の測定に耐えうる CGH が実現しており、設計品質の飛躍が確認された。

3. 新プロセスによる生産性の飛躍（8～11月）

従来は円形や矩形など単純形状しか設計できませんでしたが、新プロセスでは四角形や星形、またそれらを複数組み合わせた複雑な開口形状をもつCGH製作も可能となり、設計から出図までの全工程を通して、リードタイムは従来の約1か月から1日（検証含め2～3日）へと劇的に短縮されました。



複雑な開口形状を持つ CGH の設計（左図）と製作した CGH（右図）

11月以降は新プロセスによる受注を開始し、複数企業・研究機関から新規案件を受注しました。また、設計効率の向上により、試作から量産対応までのスピードも大幅に改善され、検証工程の追加によって設計ミスのリスクも大幅に低減しました。結果として、設計効率は約2倍に向上し、生産コスト・納期・信頼性の全てが改善されています。

今後の展開

◆ 設計効率2倍、製作件数5倍へ

Zemax OpticStudioの導入により、CGH設計・検証プロセスの生産性は劇的に向上しました。

導入前後の製作実績を比較すると以下のような成果が得られています。

ソフトウェア導入前後の製作実績

年度	製作件数	備考
導入前（～2022年）	1～2件（年間）	手作業・設計制限あり
2023年度（導入年）	4件	試作段階中心
2024年度	9件	商用案件が本格化
2025年度（見込）	12件	新形状CGH・連携研究開始

製造効率は2倍以上に向上し、設計範囲の拡大により受注件数も5倍となりました。結果として、年間売上は1,800万円規模へと拡大し、従業員平均賃金も5.6%上昇。生産性向上とともに技術者のモチベーション向上にもつながっています。

本事業の成果は、単なる設計改善に留まらず、CGH受注範囲の拡大により、光通信、レーザー加工、AR/VR、LiDAR、精密光学測定といった世界的成長市場での新たな機会を拓くことになりました。特にLiDAR市場は2032年までに6.6兆円規模へと拡大が見込まれており、本技術の応用可能性は極めて大きいと言えます。

◆ 半導体技術によるCGHの新展開

当社は現在、既存のCGH技術の限界を超えるため、半導体製造プロセスを応用した新世代CGHの製造研究開発を進めています。これにより、より微細な画素や大面積ホログラムの製作を可能とし、宇宙望遠鏡・LiDAR・高精度測定装置などへの応用を拡大する計画です。

その一つの取り組みとして、「位相型CGH」の開発があります。また、「CGHを利用した自由曲面測定装置」の事業化も見据えています。2030年代に向けて光学分野の国際競争が激化する中、当社は“光を自在に操る日本発の技術企業”として、世界市場での存在感を確立していくことを目指します。