

M-4

水中可視光通信における両凸レンズの設計

Proposal of underwater visible light communication with Biconvex lens

○黒川 真志路¹,大谷 昭仁²Mashiro Kurokawa¹, Akihito Otani²

Abstract: There are acoustic, light, and radio waves as types of underwater wireless communication. However radio communication is not suitable for communication due to its high attenuation in water. But Acoustic and visible light are suitable for communication because they have low underwater attenuation. Also Acoustic communication is slower than visible light communication, so this paper focuses on communication in visible light.

1, はじめに

日本は島国であるため排他的経済水域が広く世界 6 位の面積である。

これは国土の 11.8 倍に相当しており海洋生物分野, 海底資源分野, 防災分野などあらゆる面で海洋研究が必要とされている。

特に通信分野では水中で得たデータを船上の研究者のもとへ送る必要がある。方法として特殊コネクタを用いた有線接続, 設置した装置自体を回収する方法がある。

しかし有線接続は波の影響があるなかでの水中接続をしなければならず高度な位置制御及び操作が必要である。

この手法は実際に無人探査機「かいこう」がケーブル切断により漂流事故が発生している。^[1]

また装置自体を回収する方法は一度回収することによりデータに空白があいてしまう問題がある。

以上のことにより非接触かつ無線通信が求められている。

本研究では着目した可視光通信の課題である波の影響を受けにくい受光部の提案として両凸レンズの設計を行う。

屈折率を[n]とし両凸レンズの素材として合成石英(n=1.4), N-SK11(n=1.5), N-SF2(n=1.6), N-SF14(n=1.7), N-SF57(n=1.8), N-SF66(n=1.9), ZnSe(n=2.4), Si(n=3.4), Ge(4.0)以上^[3]を順番に使用し, それぞれレンズの厚さを変えて設計する。

2, 数値計算

$$F = \frac{1}{(n-1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) + \frac{(n-1)^2 d}{nr_1 r_2}} \quad (1)$$

(1)式に基づいて焦点距離 F を求めた。

レンズ前面の曲率及びレンズ後面の曲率を 0.1 としレンズの厚さ d 及びレンズの素材(屈折率 n)を変えて作成した図を Figure1 に示す。

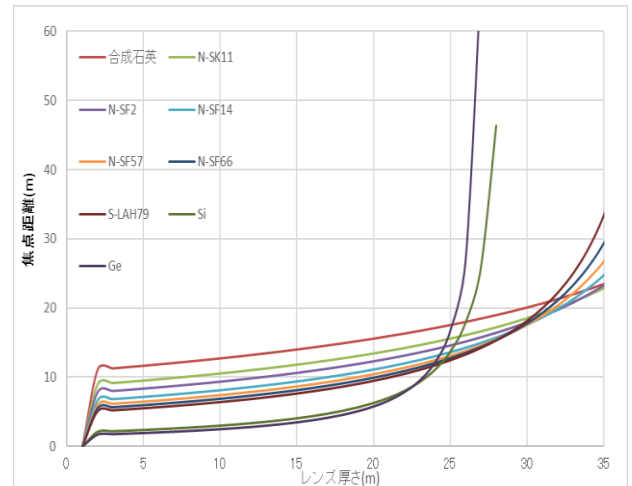


Figure 1. レンズ素材及び厚さに対する焦点距離

3, 結果

25m までの通信においては屈折率の低い合成石英が焦点距離も長いと 25m 以降は Si, Ge など屈折率の高いものが伸びている。

また屈折率の低いもの(2.0 未満)のものでも 35m 以降は徐々に差がはじめていくことが分かった。

大きいレンズのため波の影響は受けにくいと通信距離を増やそうとすると厚さが増してしまう。

そのため厚さや曲率は深い関係にあるため焦点距離に応じた設計が必要である。

もしくはレンズ表面に同心円状の切れ込みを入れ位相を付けてカットするフレネルレンズを設計することにより厚さを薄くすることができる。

4, 参考文献

[1] 渡辺正之, 門間 大和, 田代 省三, 橋本 菊夫: 「10,000m 級無人探査機「かいこう」ビークル漂流事故の原因究明」 9 巻 pp.157-161 2003

[2] 林 新, 澤: 「隆雄波長適応技術を用いた LED 光無線データ通信」 19 巻 pp.11-18 2014

[3] エドモンド・オブティクス・ジャパン株式会社 光学ガラス 2014