

真空紫外シュミットカメラの補正版の評価

中村 哲也 [1]; 田口 真 [1]
[1] 立教大

Evaluation of a collecting plate for a Far Ultraviolet Schmidt Camera

Tetsuya Nakamura[1]; Makoto Taguchi[1]
[1] Rikkyo Univ.

Variations in the ionosphere such as plasma bubbles and medium-scale traveling ionospheric disturbances have been observed by the ground-based observations. However, it is difficult to take a global image of these phenomena, because the spatial coverage of the ground-based observation is limited. A far ultraviolet imager (FUVI) is proposed to be installed in a geosynchronous satellite. It is expected that FUVI can take an image of OI 135.6nm night airglow and depict time and spatial extent of these phenomena. The intensity of OI 135.6nm airglow is proportional to the square of electron density in the F-layer, but its intensity is only 10R in the middle and high latitudes.

Therefore, an optical layout of a Schmidt camera which has high speed, wide field-of-view and spatial resolution of 100km is adopted for the FUVI optics. A Schmidt camera is free from spherical and coma aberrations. Since the Schmidt camera type has less reflector than an inverted Cassegrain type, it has an advantage in the FUV region where reflectivity is low. In addition, because a telescope tube can be tightly sealed by a correcting plate, it is possible that inside of the telescope including a detector can be purged by nitrogen gas during ground tests and storage. A spherical surface is easily manufactured with an accuracy better than $\lambda/4$ even in the FUV region, but manufacture of a pure Schmidt correcting plate is quite difficult especially for that can be used in the FUV region where wavelength of light is one-fourth of that of visible light. The material of the correcting plate is MgF₂, and we started development of polishing process of a MgF₂ plate by combination of diamond grinding and magneto-rheological finishing in order to establish technology to manufacture the FUV Schmidt camera. In the first experiment a plane surface on a MgF₂ plate was manufactured by this process and its surface quality was tested. Then we tried to make a spherical surface with the same process as the plane surface. It is confirmed that the required surface quality was achieved by magneto-rheological finishing but deteriorated by repeating the finishing process. In the last experiment a spherical surface was manufactured by high-accuracy grinding. The surface was as smooth as one by magneto-rheological finishing.

After the correcting plate is produced, we will evaluate its surface quality with an interferometer. In this experiment, a null lens system is designed using an optical design software. The null lens system is inserted after the correcting plate and keeps a parallel ray in the visible region that passes the correcting plate as parallel ray that can be evaluated by the interferometer. The specifications required for the FUVI are a spot size less than 200um and MTF larger than 0.8 at a spatial frequency of 3cycle/mm. A three-group and three-lens system made of BK7 is adopted for the null lens. According to the glass catalogue tolerance of refractive index of BK7 is ± 0.0005 . Therefore the performance of the null lens has been evaluated with the largest and smallest refractive indices within the tolerance. Errors in mechanical alignment of the lenses are also taken into account. The results will be presented.

これまで地上観測によって電離圏におけるプラズマバブルや中規模伝搬性電離圏擾乱のような変動が確認されてきた。しかし、地上観測では観測可能な範囲が限られているため、これらの現象の全体像を捉えることは困難である。衛星に搭載される遠紫外線撮像装置 (FUVI) は夜間大気光 OI135.6nm を撮像しこれらの現象の時空間発展を明らかにすることができる。夜間大気光 OI135.6nm の発光強度は F 層電子密度の 2 乗に比例するが、その強度は中高緯度では 10R 程度しかない。

FUVI に要求されるを満足するために、真空紫外光学系として十分な明るさと広い視野をもち、100km の地上水平分解能をもつシュミットカメラ型式を採用した。シュミットカメラは球面収差とコマ収差を除去できる。主鏡が球面鏡であるため、真空紫外領域で要求される精度の高い面の製作も容易である。また、この型式は逆カセグレン方式と比べて反射面が一枚少ないので鏡面反射率が低い FUV 領域で有利である。さらに、鏡筒を補正板で密閉できるため、地上試験と保管時に窒素パージがしやすい。しかし、シュミットカメラの補正板の製作は波長が可視光の 1/4 の FUV 領域では非常に困難である。現在、補正板の材質には MgF₂ を使用し、真空紫外シュミットカメラの製造技術を確認するため、ダイヤモンドターニングと磁性流体研磨 (MRF) による MgF₂ の加工試験を進めている。第一回の実験では MgF₂ の平面をこの過程により研磨し、面精度を評価した。磁性流体研磨を繰り返すことにより平面度を向上することができるが、研磨回数を重ねると逆に劣化してしまうことがわかった。次に、MgF₂ の球面を同様に研磨して、面精度を評価した。このときもまた面精度は向上したが、研磨回数を重ねると劣化してしまった。最後に高精度ダイレクト研削加工を行った。このとき、面精度は磁性流体研磨と同程度の品位に到達した。

シュミット補正板を製作した後、干渉計を用いてその面形状の評価を行う。今回の研究ではこの評価の際に使用するヌルレンズの設計を CODE V で行った。ヌルレンズは補正板に入射した可視光の平行光を平行光として出す光学系で、すべての面が球面で構成されている。FUVI が要求する仕様は光学性能が 200×10^{-6} mm 以下で MTF が空間周波数 3cycle/mm で 0.8 以上である。まず、この条件を満たすために必要なヌルレンズの枚数を決定した。レンズの材質には BK7 を使用している。このガラスの屈折率はカタログとの差が ± 0.0005 という精度で保証されている。屈折率の製造公差及びレン

ズの軸ずれを考慮した性能評価を行った。その結果を報告する。