

ИЗТОЧНИЦИ НА СТУДЕНА СВЕТЛИНА

н.с. физ. Елена Христова Димитрова - ТУ - София
доц. д-р инж. Валентин Христов Видеков - ТУ - София

The present report submits the results of the utilisation of a program for construction of optical filters and mirrors and of a program for analysis of thermal radiation. Both programs have been applied for the design and optimisation of „cool mirrors“. The received results from the evaluation of cool mirrors have been presented herein.

Увод

Известно е, че в редица случаи се налага осветяването на обекта да е съпроводено с минималното му затопляне, като например: осветяване на хранителни продукти, възболечението и др. В каталогите за светлинни източници се представят такива характеристики, даващи разпределението на спектралното излъчване - фиг. 1 [1,2]

Постановка на задачата

В идеалния случай, студеният източник представлява източник на видимия спектър на светлината, без да съдържа лъчение извън него, което би предизвикало допълнително загряване. Това е особено актуално при източниците с наежажема жичка, при които имаме значително излъчване в инфрачервената област. Тогава би следвало да се използва огледало с характеристика, показана на фиг. 2 - огледало за студена светлина, което практически обаче не може да се реализира. Целта е да се получи максимално близка до тази характеристика.

Конструиране на огледалото

Получаването на огледала за студена светлина е възможно с използването на многослойни оптични покрития [3]. В катедра КТППМЕ на ТУ - София са разработени технологичните методи за получаване на такива покрития [4]. Дебелината на слоевете с определен показател на пречупване, техният брой и последователност, определят спектралната характеристика. Чрез програмата „MULTILAYER“ се извършват необходимите конструктивни изчисления, след което се извършва технологичното изгответяне. На фиг. 3 е показана изчислена характеристика на огледало от редуващи се слоеве TiO_2 и SiO_2 . На фиг. 4

е показана измерената характеристика на огледалото, получено чрез електронно-ълчево изпарение на слоевете във вакуум. Резултатите показват добро съвпадение на изчислените и измерени характеристики.

Топлинно излъчване

Известно е, че всяко нагрято тяло излъчва електромагнитни вълни и в зависимост от температурата това излъчване има различен спектрален състав. За случая на халогенните лампи с нажежаема жичка е прието да се счита, че техният спектър на излъчване е еквивалентен на излъчването на абсолютно черно тяло, нагрято при 2800 K или 3000 K, а при фотографските източници - 3200 K [1]. В катедра КТПМЕ има разработена програма за анализ на топлинното излъчване [5]. Програмата позволява да се определи спектралното излъчване на тела с различна температура и в различен спектрален диапазон. Възможно е въвеждането на спектрален коефициент на излъчване на тялото, а също така и определяне на разликата в излъчването на две тела за различни диапазони.

Математически, коефициентът на спектрално излъчване е равносилен на коефициент на пропускане на средата. Следователно, характеристиката на огледалото може да бъде въведена като коефициент на спектралното излъчване. Това въвеждане става със съответната подпрограма, като въвеждането е по точки - фиг. 5, след което програмно се извършва апроксимиране.

Анализ

Програмата за топлинно излъчване позволява да бъдат извършени редица изследвания на студеното огледало, които да служат за оптимизиране на самото огледало. Тези задачи се представят с фиг. 6 и фиг. 7. На фиг. 6 е представена задача, при която имаме графика съвместно с огледало (F1) и характеристика само на източник (F2). На фиг. 7 са представени характеристики на два източника с огледала.

При интегрирането в първия диапазон - видимата област (фиг. 6) получаваме загубите на мощност интегрално: $\int(F_1-F_2)$ в резултат на неидеално отражение. При частично променяне на диапазона, можем да намерим къде имаме относително най-голяма загуба - например от 600-650 nm или 500-530 nm. При интегрирането във втория диапазон, получаваме мощността, която сме пропуснали зад огледалото, т.е. отстраняването на топлинното лъчение. Целта е, в първия диапазон на интегриране да имаме минимална мощност, а във втория диапазон - да имаме максимална мощност.

От резултатите при прилагането на програмата за две огледала (фиг. 7) можем да сравним двата източника в различни диапазони. Ако

$\int(F_1-F_2)$ във видимия диапазон е положителен, то това означава, че първото огледало работи по-ефективно по отношение на осветяването. Ако $\int(F_1-F_2)$ във втория диапазон е положително число, това означава, че първото огледало е по-лошо по отношение на топлинното пропускане, т.е., то е по-топло.

Заключение

Използването на програмата „MULTILAYER“ за конструиране на оптични слоеве, съвместно с програмата „топлинно излъчване“ за анализ на излъчването от нагрято реално тяло, позволява да се оцени ефективността на конструирани огледала за студена светлина.

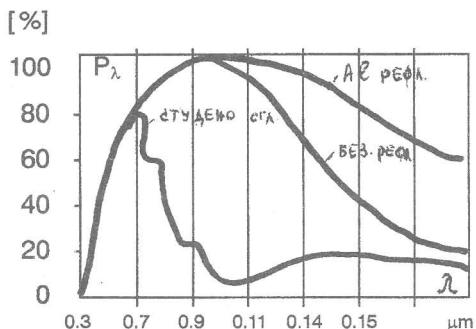
Доброто съпадение между програмно конструираните огледала и измерените характеристики позволяват оптимизиране на характеристиките им по отношение на топлинна ефективност, без използването на сложен и скъп технологичен процес.

Възможността на програмата за топлинно излъчване да интегрира в различни спектрални диапазони позволява да се определи най-ефективната промяна на спектралната характеристика на огледалото. Например, промяна на характеристиката с 10% в областта на 0.65 - 0.70 μm е по-ефективна от промяна с 10% в областта 0.40 - 0.45 μm .

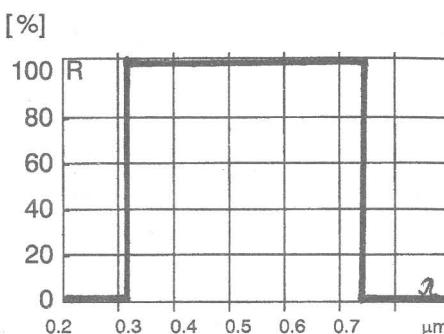
На този етап разработената методика не позволява да се оцени цветовата ефективност на студеното огледало. Това е въпрос на допълнителна разработка.

ЛИТЕРАТУРА

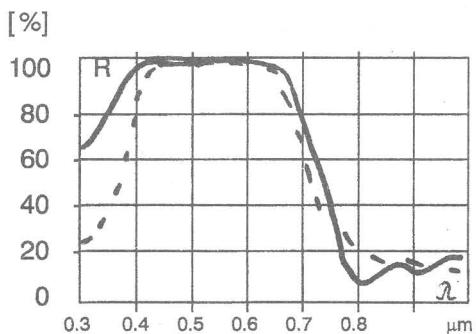
1. Lichtprogramm, 1994 / 1995, OSRAM
2. PHILIPS 1994 / 1995 - каталог
3. Physical Vapour Deposition, 1986, California
4. Mirror for cool light, E. Dimitrova, East - West Workshop on Microelectronic Sensors, 1991, Sozopol, Bulgaria
5. Applied program for calculation of thermal radiation, V. Videkov, I. Petrov. Annual School 18 ISS on Semiconductor and Hybrid Technologies, 1995-6, Sozopol, Bulgaria



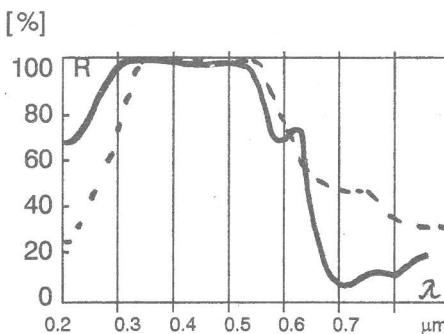
фиг. 1.



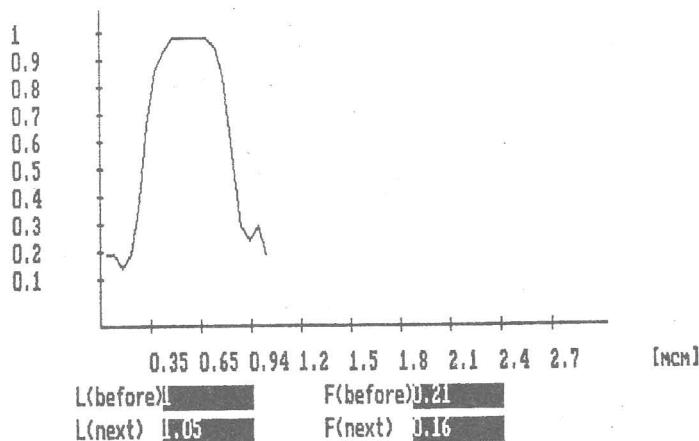
фиг. 2.



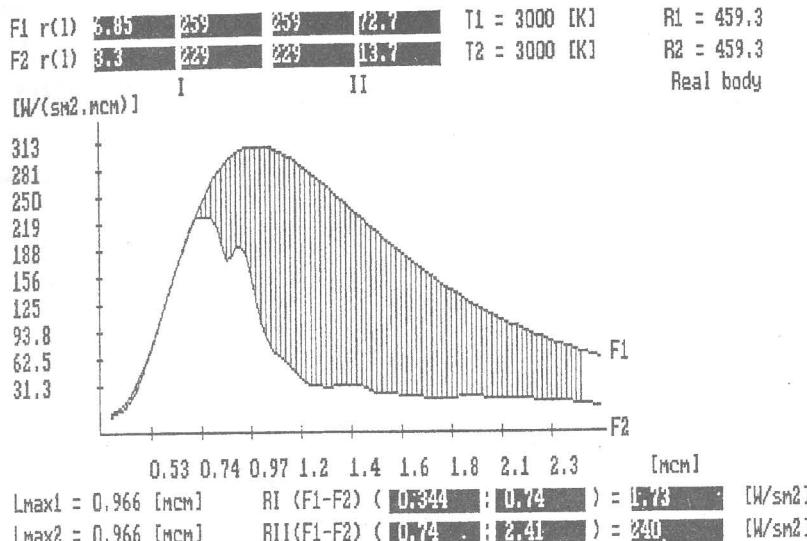
фиг. 3.



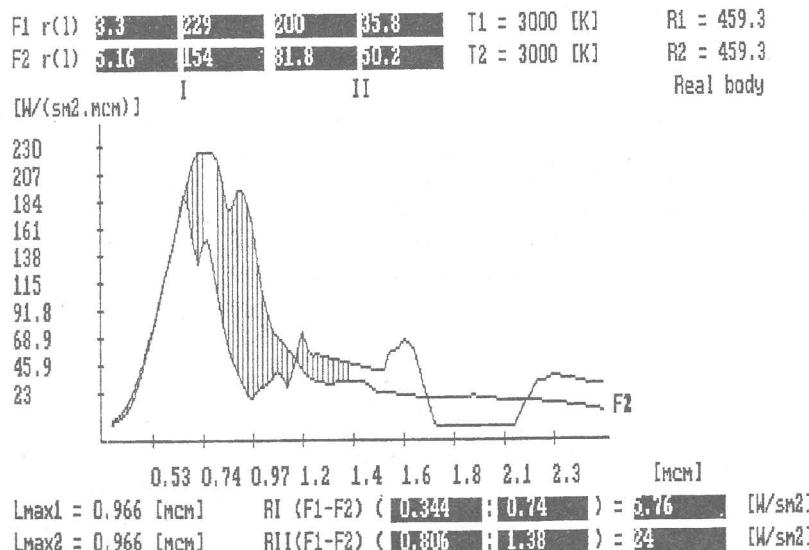
фиг. 4.



фиг. 5.



Фиг. 6



Фиг. 7