皮膚表層末梢血管イメージングにおける拡散背面照射効果
Diffuse back lighting effect in peripheral vessels imaging

東京農工大 BASE °(M1)新井宏紀, (M1)酒井美菜子, 岩井 俊昭
Tokyo Univ. of Agri. & Tech., BASE °Hiroki Arai, Minako Sakai and Toshiaki Iwai
E-mail: tiwai@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

生体計測においては，皮膚の活性や疾患の判断を目的とした血管イメージングが有用である．その代表的な観察システムとして，デジタルズーム顕微システムがある．吸収体の撮像では背面照明が有効と考えられるが，ヒト皮膚組織を撮像する際には直接に背面照明することは不可能である．顕微システムにおいて一般に用いられている照明法は，観察領域を上方から直接照射する同軸落射照明かリング照明である．本研究では，リング状に配列した LED を皮膚表面に密着させることによって，組織内に多重散乱伝搬によって発生する拡散光による吸収体の背面照明を検証する．多重散乱伝搬光による背面照明を利用したズーム顕微システムによる血管イメージング特性について，結像領域における照明光強度分布の一様性や結像された吸収体の深度に依存したコントラスト特性などについてモンテカルロシミュレーションを用いて検討したので報告する．

2. シミュレーション方法

Fig.1 は，皮膚表層構造モデルを示す．皮膚は，表皮，真皮，および皮下組織の 3 層構造を仮定し，吸収体は毛細血管を想定して表皮内にあると想定する．Monte Carlo modeling of light transport in Multi-Layered tissues[1, 2]を用いて，皮膚密着型リング照明による皮膚内部での散乱と伝搬をシミュレーションする．その結果，表面に達した拡散光を拡散反射光として，その皮膚表面上における空間強度分布と，皮膚内部の光伝搬強度を計算する．このことによって，デジタルズーム顕微システムによる末梢循環系イメージングにおける拡散背面照明の光学的特性を評価する．

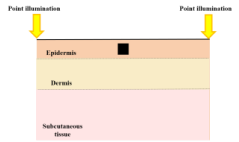

Fig.1 Simulation model of four point illuminations set on both sides of an absorber.

3. 結果

Fig.2-4 は，拡散光背面照明における吸収体近傍の光波伝搬特性に関するシミュレーション結果を示す．波長 528 nm の 4 個の LED を 2 mm×2 mm の正方形の領域の各辺の中央部に配置した．1 mm×1 mm×0.2 mm の平板上吸収体の中心と計算領域の中心を一致させ，各辺が平行になるように配置した．また，吸収体の吸収係数は，LED の波長に対するヘモグロビンの吸収係数とした．Fig.2-4 は，それぞれ吸収体の下部，その部分，およびその上部における拡散光エネルギ分布を示す．吸収体の拡散光は入射点付近でエネルギが最大となり，吸収体近傍に向かって伝搬するにつれて散乱と吸収を繰り返すためエネルギが減少していく．吸収体の下部領域においては，ほぼ一様な拡散背面照明を形成している．吸収体部分では，その外形を確認することができる．上部領域においては拡散光の上部領域への回り込みによって，吸収体の輪郭にボケが発生している．このように，皮膚組織内の拡散光の伝搬状態をシミュレーションすることによって，拡散背面照明による生体物質イメージングの最適化を行う．本報告では，背面照明効果と像質との関係を定量評価した結果について報告する．

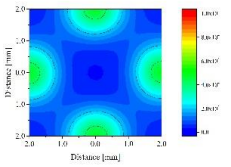

Fig.2 Photon energy distribution under an absorber

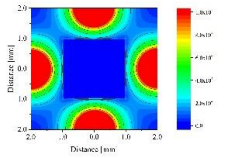

Fig.3 Photon energy distribution at the absorber.

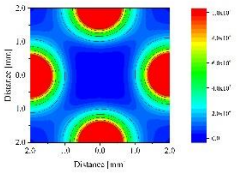

Fig.4 Photon energy distribution above the absorber.

参考文献

1) L. Wang, S. L. Jacques and L. Zheng: Computer. Methods Programs Biomed. **47** (1995), pp.131-146.
2) L. Wang, S. L. Jacques and L. Zheng: University of Texas M.D. Anderson Cancer Center 1992.

© 2017年 応用物理学会