チャープした光コムのスペクトル干渉による 瞬時 3 次元断層計測 Non-scanning 3D tomographic imaging using spectral interferometry with chirped frequency comb ○(P)加藤 峰±^{1,2}、(M1)内田 めぐみ^{1,2}、(B)田中 優理奈⁻¹、美濃島 薫^{1,2} (1.電通大、2. JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザ) ○(P)Takashi Kato^{1,2}, (M1)Megumi Uchida^{1,2}, (B)Yurina Tanaka¹, Kaoru Minoshima^{1,2} (1. The Univ. of Electro-Communications (UEC), 2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer (IOS)) E-mail: takashi.kato@uec.ac.jp

光コムは高い制御性とコヒーレンスを有した超短パルス列であり、距離などの計測において超 高精度とダイナミックレンジが同時に実現されている。特に近年では、工学・産業で高精度な瞬 時3次元計測手法や、構造物の瞬時3次元断層計測への展開が切望されている。しかし既存手法 では、瞬時多点計測と高精度・高ダイナミックレンジを両立することは容易ではなく、計測位置 と時間の掃引のために測定は静止対象物に制限される。一方、我々は以前、チャープした超短パ ルス光を用いて時間情報を色(周波数)情報に変換して、ワンショットで多点空間(距離)情報をイメ ージング取得する手法を開発し、超高速瞬時3次元計測法を実証した[1]。さらに、実用性の優れ たファイバレーザーによる光コムを用いて、チャープした超短パルス列のスペクトル干渉像を計 測し、大型物体の形状プロファイル情報を高精度・超高速に凍結して取得する瞬時3次元計測手 法を開発した[2]。今回は本手法を断層計測へ応用し、瞬時断層像計測のデモンストレーションと してガラスと空気層の断層計測を行った。

Fig.1(a-1)に実験配置図を示す。我々が提案した瞬時 3 次元計測法は、チャープした光コムのパルス列を物体に照射し、そのパルスに形状情報を記録するという手法である。この時、反射する プローブ光が表面からだけでなく、内部から反射してきたプローブ光についても同様に計測する ことで、内部の構造を計測することが出来る(Fig.1(a-2))。この時検出したスペクトル干渉パターン を自己相関によって解析することで、各断層のプロファイルを計測した。実験では Fig.1(a-3)に示 すようなカバーガラスとスライドガラスを組み合わせた層構造を計測し、その計測結果を Fig.1(b) に示す。Fig.1(b)には表面 A 層に対する B・C・D 層の相対的なプロファイルをプロットした。計 測された断層プロファイルから、A-B、B-C、C-D 間の層の厚さを計算したところ、平均値と標準 偏差はそれぞれ、153.1±0.3、150.6±0.3、1026.0±0.1 μm となり、サブマイクロメートルの不確 かさで断層計測出来た。さらに Fig.1(c-1)に示すようなガラスと空気層を同時に含む横方向に構造 を持つ物体を計測し、Fig.1(c-2)のように内部の 3 次元構造を反映したスペクトル干渉像を計測す ることができた。講演では、計測の高精度化と複雑構造物への展開についても報告する。本研究 は、JST ERATO 美濃島知的光シンセサイザのもとで行われた。



K. Minoshima, et al. Jpn. J. Appl. Phys., 33, L1348–L1351 (1994).
T. Kato, M. Uchida, K. Minoshima, CLEO 2016, SW1H.4 (2016).

Fig.1 (a-1)実験配置図 (a-2)断層計測の原理図 (a-3)カバーガラスとスライドガラスで作成した測定対象物 (b)計 測された(a-3)の断層プロファイル (c-1)内部構造を持つ領域を計測 (c-2) (c-1)の時に得られたスペクトル干渉像