Instruments and technologies looking alike lock-in amplifier

ロックイン・アンプリファイアに類似した装置や技術

Atsushi MABUCHI and Masayuki YAMAZAKI

Department of Electro-Photo-Optics, Tokai University 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 JAPAN

TEL. 81-0463-58-1211 (EX4428), FAX. 81-59-2594 (E-mail yamazaki@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp)

(Accepted for publication 17 November 1994)

We point out that the holography, optical heterodyning and crossed-beam light scattering by thermal fluctuation have the same input-output relation as the lock-in amplifier has.

Key words : Lock-in amplifier, Holography, Optical heterodyning, Light scattering by thermal fluctuation

I. はじめに

一つ一つの原理、原則を様々な切り口で解説すること——それは教育の現場で欠かせない。このことは同じ種類の題名の図書が多種、出版され、教科書として使用されていることで明らかだ。それと同時に、一つの原理、原則がどのような分野で利用されているのかを紹介することも、教育の現場では大切である^{1, 2}。ここでは後者の立場からロックイン・アンプリファイアと同じ機能を持った装置や技術を紹介する。

II. 類似性の対応関係

雑音の中に埋もれた信号を抽出する電子機器——それは、掛け算器と積算器で構成されたロックイン・アンプリファイアである。その入出力関係は

$$E_o = \int_{t-T/2}^{t+T/2} (E_s + E_n) E_r dt \quad (1)$$

ロックイン・アンプリファイアでは、 E_o は出力電圧、 E_s は入力信号、 E_n は入力信号に重なった雑音、 E_r は参照信号、 T は積分時間と呼ばれる。

式(1)で示される関係は、これらの変数の呼び名

をそれぞれ Table1 の 3 行目、4 行目、5 行目のように変えるだけで、ホログラフィ、オブティカル・ヘテロダイニング、ビーム交差型光散乱による熱的ゆらぎの捕捉実験を表わす。この表には、演算を行うときに使われる現象と選択される変数、及び選択のバンド幅を決定する要因についても掲げた。

III. おわりに

それぞれの分野で独自に開発され、互いに関連性が無いと思われる技術手法を振り返ってみると、実はそれらが同じ技術思想に基づいていることがある。そういったものの例としてロックイン・アンプリファイア、ホログラフィ、オブティカル・ヘテロダイニングと交差型光散乱による揺らぎの捕捉を指摘した。こういった技術群の括り方は、広い視野を持った人材の養成する手段の一つとして役に立つ。

参考文献

- ¹ 佐藤拓宋, 上田光宏 波動と映像 森北出版
- ² 菅原昌敬 量子波電子工学の基礎 森北出版
- ³ 小山祐子: 東海大学修士論文 (1977)

TABLE 1 Similarities

Phenomenon /Instruments	E_s	E_n	E_r	E_o	Multiplier	T (Factor deciding bandwidth)	Selectivity
Lock-in amplifier	Input signal	Extrinsic noise signal	Reference signal	Output voltage	Nonlinearity of electric circuit	Time (Time constant of CR circuit)	Temporal frequency
Holography ³	Object beam	Stray light	Reference beam	Reconstruction beam	Interference phenomena	Exposure time	Temporal frequency
Optical heterodyning	input signal	Stray light	Local oscillator	Heterodyning output signal	Interference phenomena	Area of photosensitive surface	Spatial frequency
Catching of thermal fluctuation by light scattering*	component of Fluctuation of specific wave number	Other components of Fluctuation	Interference fringe	Scattering light	Light scattering phenomena (Born approximation)	Space where interference fringe is formed	Spatial frequency

*94 SAS Intelligent Symposium