

## 外部光変調器を用いた光信号処理による一括 AM 変調 AM conversion by optical signal process using external optical modulator

松山 優吾<sup>†</sup> 菊島 浩二<sup>†</sup>  
Yugo Matsuyama Koji Kikushima

### 1. はじめに

地震や津波、台風などの広範囲に渡る自然災害、大火災や爆発などの大規模事故時に住民の安全を確保することは、国及び地方公共団体の最も重要な役割である。そのためには、災害関連情報を迅速かつ確実に伝達することが極めて重要である。現在の情報伝達システムとして全国瞬時警報システムや市町村防災行政無線等があるが、災害時に情報伝達システムの重要な役割を果たしている一方、地震や津波などの到達時間や予想される規模、避難所など細かい情報は地域毎に異なるため、細分化された情報が伝達されるのが好ましい。情報伝達システムの中でも、ケーブルテレビ (CATV) システムが期待されている。

CATV システムは通信衛星等を利用して地域-全国間、地域-地域間などの多面的な地理的属性を有する情報の円滑な流通・伝達が可能である。多様な情報を発信元から家庭まで直結することで、地域間の情報格差の解消に大きく貢献することができる<sup>[1]</sup>。また、CATV システムの加入世帯数は年々増加傾向にあり、平成 26 年度末では約 2918 万世帯 (普及率約 52.2%) となっており、将来性のあるシステムと言える<sup>[2]</sup>。信号切り替え技術の一つとして外部光変調器を用いた多チャンネル一括 AM 変調方式を提案する。

図 1 に提案する方式のブロック図を示す。災害発生時に地域毎の緊急情報を確実に伝達するために、CATV 局において衛星放送を緊急放送に強制的に切り替える運用が考えられる<sup>[3]</sup>。

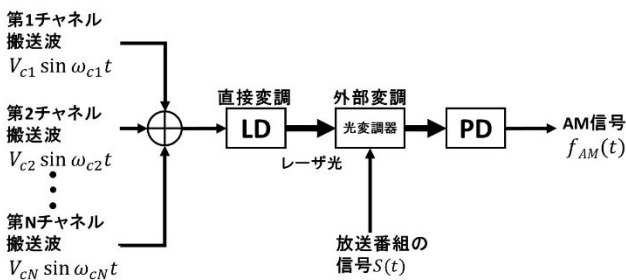


図 1 外部光変調器を用いた多チャンネル一括 AM 変調方式のシステム構成

### 2. 原理

本論文で提案する方式は、光信号処理の技術に基づいており、光変調器は広帯域な特性を本質的に持ち、低損失である。図 2 に提案する方式は 2 チャンネルの場合におけるブロック図を示す。

<sup>†</sup> 富山大学大学院理工学教育部, Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama

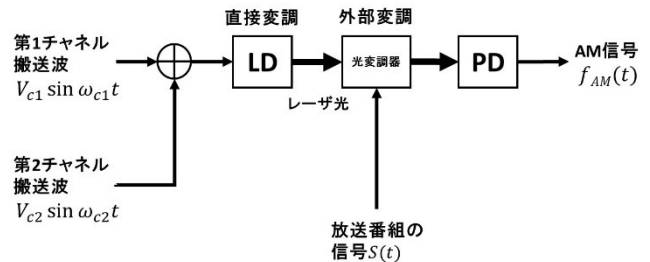


図 2 「外部光変調器を用いた多チャンネル一括 AM 変調方式」の 2 チャンネルの場合

半導体レーザー LD をあらかじめ 2 チャンネルの搬送波を周波数多重した信号  $V_{c1} \sin \omega_{c1} t + V_{c2} \sin \omega_{c2} t$  を直接変調により

強度変調を加えると、レーザー光出力電力  $P_{LD}$  は、次式で表される。

$$P_{LD} = L_S(V_{c1} \sin \omega_{c1} t + V_{c2} \sin \omega_{c2} t) + L_b \quad (1)$$

ここで、 $L_S$  と  $L_b$  は、それぞれ、レーザー光出力電力の変調成分とバイアス成分である。

このレーザー光出力を光変調器で放送番組の信号  $S(t)$  で、さらに外部光変調により強度変調を加える。なお、外部変調のための光変調器としては、例えば  $\text{LN}(\text{LiNbO}_3)$  変調器や電解吸収型 (EA) 変調器が適用できる。

光変調器で変調した出力光のレーザー光出力電力  $P_{MOD}$  は、次式で表される。

$$P_{MOD} = \eta\{S(t) + S_0\} \times P_{LD} \quad (2)$$

ここで、 $S_0$  はバイアス成分、 $\eta$  は光変調器の透過損失を含んだ係数である。式(1), (2)より、次式が導かれる。

$$P_{MOD} = \eta\{S(t) + S_0\} \times \{L_S(V_{c1} \sin \omega_{c1} t + V_{c2} \sin \omega_{c2} t) + L_b\} \quad (3)$$

さらに、フォトダイオード (PD) によって光電変換し、CATV 周波数帯域を増幅する高周波増幅器により高周波成分のみを抽出することによって、バイアス成分は除去され、PD からの電気信号  $f_{AM}(t)$  を得る。

$$f_{AM}(t) = \eta S(t) L_S(V_{c1} \sin \omega_{c1} t + V_{c2} \sin \omega_{c2} t) \quad (4)$$

ここに示した 2 チャンネルでの提案方式を、多チャンネル (N チャンネル) に拡張すると図 1 に示した「外部光変調器を用いた多チャンネル一括 AM 変調方式」を得る。

### 3. 研究目的

本実験は、 $1.55\mu\text{m}$ 帯レーザ光源光を CATV 信号周波数の搬送波で変調し、さらに、 $\text{LiNbO}_3$ 外部光変調器による正弦波(sin波)の一括変調を加えることで、外部光変調器によって一括 AM 変調が可能であるかを実証することが目的である。

#### 3.1 実験内容

図3に本実験の構成図を示す。第1チャンネル、第2チャンネルの搬送波周波数をそれぞれ 105MHz, 111MHz とする。また、信号強度はともに  $-10\text{dBm}$  とする。 $1.55\mu\text{mDFB-LD}$  送信機で直接変調し、 $\text{LiNbO}_3$  外部光変調器で外部変調する。なお、放送番組の信号  $S(t)$  を正弦波 1MHz とし、信号強度を  $-20\text{dBm}$  から  $+10\text{dBm}$  まで  $+1\text{dBm}$  ずつ上昇させ、出力信号強度を測定する。

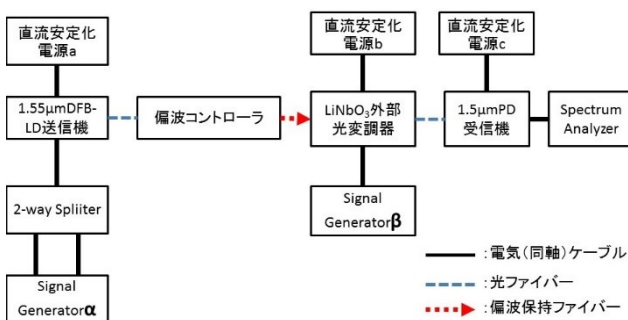


図3 「外部光変調器を用いた2チャンネル一括AM変調方式」の構成図

### 4. 結果

搬送波 105MHz, 111MHz, 正弦波 1MHz を入力信号として2チャンネル一括AM変調を行い、搬送波 105MHzに着目した場合の測定値を図4に示す。また、正弦波信号の強度が  $5\text{dBm}$  の場合における信号強度の測定結果を図5に示す。なお、104MHz, 106MHz は変調信号である。111MHzの場合においても同様の結果を得られた。

### 5. 考察

図4より、正弦波入力信号の信号強度が  $4\text{--}5\text{dBm}$  の場合における変調信号 104MHz, 106MHz の出力信号強度が高い値になっている。また、正弦波信号の信号強度が  $6\text{dBm}$  以上における出力信号強度は減少傾向にある。これより、多チャンネル一括AM変調を行う場合における正弦波入力信号の条件を確立し、また、 $\text{LiNbO}_3$ 外部光変調器によって一括AM変調が可能であることが実証できたと考えられる。さらに、次の段階である「外部光変調器によって一括QAM変調」を行うための条件を確立できたと考えられる。

### 6. おわりに

外部光変調器を用いた多チャンネル搬送波を一括して同一の放送番組の信号でAM変調する新しい変調方式を提案した。

CATVシステムは通信衛星等を利用して地域—全国間、地域—地域間などの多面的な地理的属性を有する情報の円滑な流通・伝達が可能である。多様な情報を発信元から家

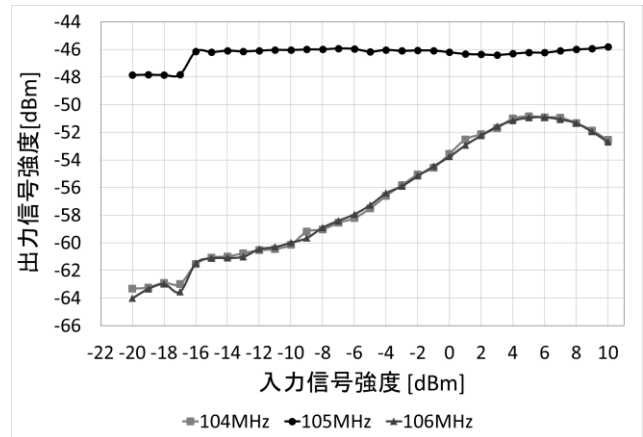


図4 搬送波 105MHzに着目した出力信号強度

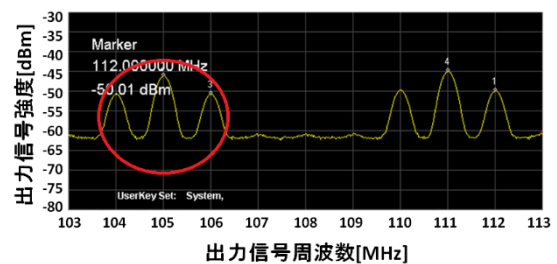


図5 正弦波入力信号の強度が  $5\text{dBm}$  の場合 (105MHzに着目)

庭まで直結することで、地域間の情報格差の解消に大きく貢献することができる。

提案方式の運用例として、災害発生時に地域毎の緊急情報を確実に伝達するために、CATV局において衛星放送を緊急放送に強制的に切り替える運用が考えられる。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、懇篤なるご指導とご高閲を承りました菊島浩二教授に心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] 総務省: “ケーブルテレビの特徴”
- [2] 総務省情報流通行政局地域放送推進室: “ケーブルテレビの現状” (2014).
- [3] 菊島浩二: “外部光変調器を用いたCATV多チャンネル一括QAM変調方式の提案”, 映像情報メディア学会誌, Vol.68, No.11, pp.J517~J521(2014)