

LED を用いた光 AM 空間通信システム

橋本 紘樹[†] 小川 明[†]

[†] 名城大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻

〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501

E-mail: [†] m0332010@ccmailg.meijo-u.ac.jp, aogawa@ccmfs.meijo-u.ac.jp

あらまし 最近, 交通信号機は, 低消費電力, 長寿命, 低発熱といった特徴のため, LED(発光ダイオード)を使用するようになってきた. この LED 型交通信号機の光に位置や安全の情報をのせて配信することができれば, 年配者や障害者のための ITS(高度交通システム)に応用することが期待できる. 本稿では, 低コストなシステムでの実現を狙いとして, 中波の AM(振幅変調)波により光強度変調された光信号を PIN-PD(フォトダイオード)で検出し, AM ラジオに入力することで音声情報を得る光空間通信システムを提案する.

キーワード LED 型交通信号機, 光空間通信システム, 中波 AM 変調信号, 高度交通システム(ITS)

Optical AM Wireless Communication System Using LEDs

Hiroki HASHIMOTO[†] Akira OGAWA[†]

[†] Department of Information Sciences, Graduate School of Science and Technology, Meijo University

1-501 Shiogamaguchi Tenpaku-ku Nagoya 468-8502, Aichi, Japan

E-mail: [†] m0332010@ccmailg.meijo-u.ac.jp, aogawa@ccmfs.meijo-u.ac.jp

Abstract Recently the Light Emitting Diodes (LEDs) have been used for the traffic light systems because of their features such as low power consuming, long life and low temperature generation. If it is possible to distribute information for positioning and security with the traffic light, we can expect to apply it to Intelligent Transport Systems (ITS) for elder or handicapped people. In attempt to realize such a low cost system, this Paper proposes an optical wireless communication system in which the light wave intensity-modulated with Amplitude-Modulated (AM) signals in the intermediate-band is transmitted and received with existing radio receivers for AM broadcast signals detected with PIN photo-detectors.

Keyword LED traffic light systems, Optical wireless communication system, Amplitude-Modulated (AM) signals in medium frequency, Intelligent Transport Systems (ITS)

1. はじめに

最近, 交通信号機は, 従来の電球に代わり LED (発光ダイオード) を使用するようになってきた. これは, LED に低消費電力, 長寿命, 低発熱といった特徴があるからである. この LED 型交通信号機に, LED の高速応答性を利用した光通信としての機能を付加することができれば, 位置や安全などの情報をのせて配信でき, 例えば年配者や障害者のための福祉的 PITS(歩行

者用高度交通システム)といったことへの応用が期待できる. これにより, LED 型交通信号機は本来の交通信号機としての機能と光通信としての機能を併せ持つことができる. ただし, ちらつきを無くす為, LED を人間の目が追従できないほどの速さで応答させる必要がある.

本稿では, システムをできる限り低コストに実現することを狙いとし, また LED 型交通信号機で使用する

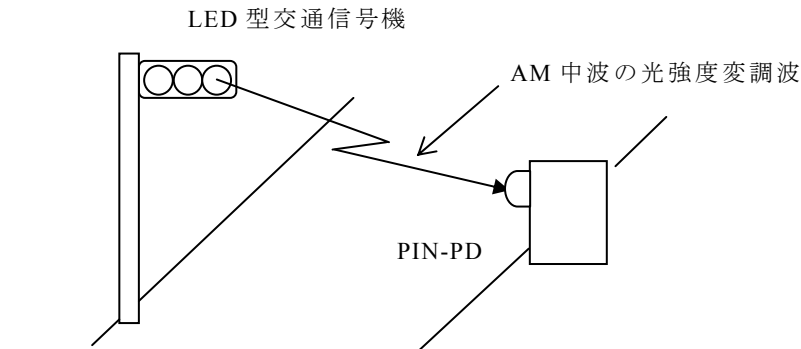


図 1. LED 型交通信号機を用いた光 AM 空間通信システム

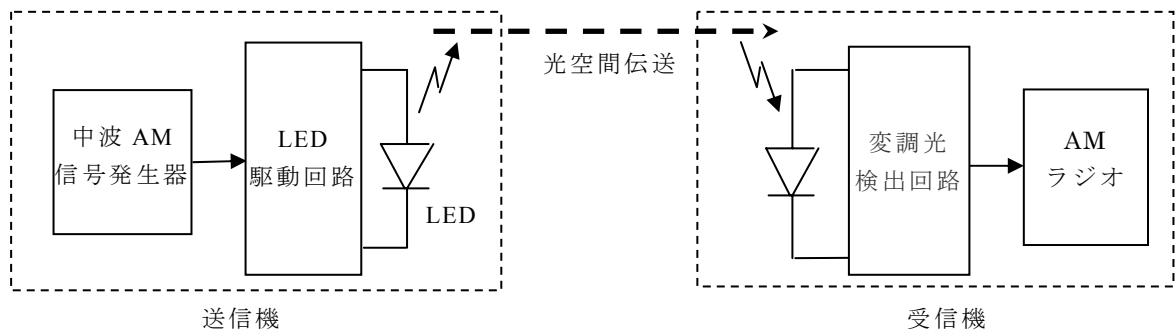


図 2 光 AM 空間通信システムの構成

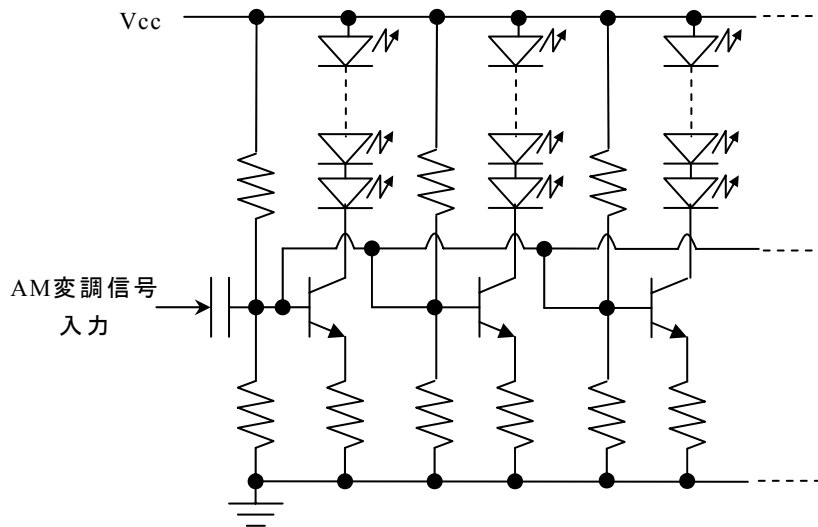


図 3 LED 駆動回路

ことを考慮して、図 1 に示されるような既存の中波 AM(振幅変調)放送用ラジオをそのまま利用したシステムの構築を検討した。これは、中波 AM 波によって LED を光強度変調して伝送し、その変調光を PIN-PD(フォトダイオード)で検出したのち、中波 AM 放送用ラジオに入力して音声情報を得るという光 AM 空間通信システムである。

本稿ではこの光 AM 空間通信システムについて述べ、その特性を評価する。

2. 光 AM 空間通信システム

図 2 に光 AM 空間空間通信システムの構成を示す。システムの低コスト化と信号機に使用されている LED の応答速度を考慮して、中波 AM 変調信号を光強度変調することで伝送を行う。図に示されるように、送信機は中波 AM 変調信号発生器と LED 駆動回路で構成され、受信機は変調光検出回路と中波放送用 AM ラジオで構成される。以下にこれらの回路について詳細を説明する。

表 1 LED (赤色)の接続方法

直列接続(個)	並列接続(段)	合計(個)
1	18	18
2	9	18
3	6	18

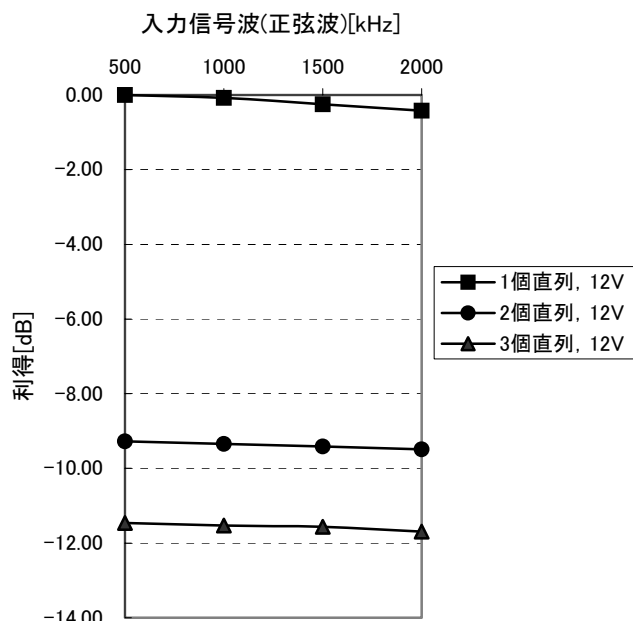


図 4 LED の接続方法に対する周波数特性

2.1. LED 駆動回路の構成

LED 駆動回路で、LED はトランジスタのコレクタに接続される。これらの LED に直流バイアス電流を流し、中波 AM 変調信号で強度変調することで、AM 波は光強度変調波として伝送される[1]。

ここで、より多くの LED を駆動するため、図 3 に示すように 1 つのトランジスタに対して LED を直列接続させ、さらに複数個のトランジスタ用い並列に必要な段数を接続させる。

また、LED 駆動回路は、直流電源電圧が 12V のときに LED に流れる電流が 20mA となるように回路設計を行った[2]。

2.2. 変調光検出回路

変調光検出回路では、AM 中波の光強度変調波を PIN-PD で受光し電気信号に変換する。それを増幅し、さらにエミッタフォロワを用いて出力させ、AM ラジオに入力する。ここでエミッタフォロワは、インピーダンス変換を行うと共に AM ラジオ内の増幅器との相互干渉をなくすバッファの役割も果たす[1], [2]。

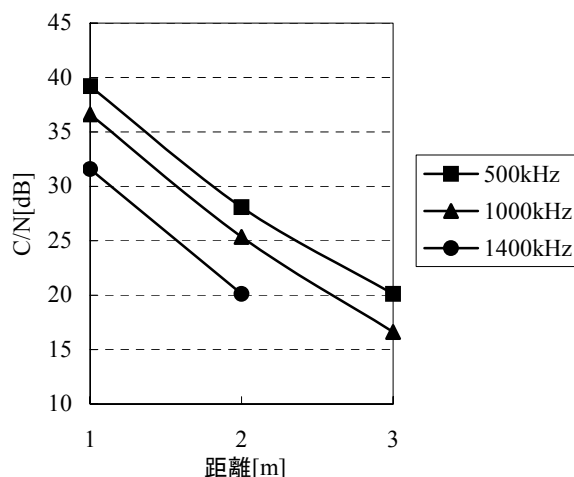


図 5 伝送距離特性

2.3. AM ラジオ

AM ラジオは市販品で外部入力端子を搭載しているものを使用する。ここに接続することで、変調光検出回路より出力される AM 変調信号を直接 AM ラジオへ入力することができる。

2.4. 最適な LED の接続方法

表 1 に示すように、18 個の赤色 LED を用い、すべて並列接続、2 個直列で 9 段並列接続、3 個直列で 6 段並列接続、と順に直列接続する個数を増やしていきそのときの光量を測定することで最適な LED の接続方法を決定する。直列接続する個数が多ければ、言い換えると並列接続する段数が少なければ、部品数が減り、それだけ低コスト化に繋がる。入力信号波は 500, 1000, 1500, 2000kHz の正弦波を用い、光量は光レベルメータにより測定を行った。

図 4 に測定結果を示す。ここで、利得は入力信号波が 500kHz のときを 0dB として算出している。図よりすべての周波数において LED をすべて並列にした場合が最も高い光量を得ることができ、それと比べ 2 個直列ではおよそ 9dB、3 個直列ではおよそ 11dB 利得が低下した。また周波数特性において 2000kHz は 500kHz に比べ 0.5dB 以下の利得低下であったため、LED は中波 AM の周波数帯域においてほぼ一定の周波数特性であるといえる。

以上から、本稿では最も高い光量を得られたすべて並列接続の場合について特性評価を行う。

3. 特性評価

図 2 の光 AM 空間通信システムについて伝送距離距離特性を実験により評価した。C/N 比(搬送波電圧対雑

音電圧比)で表した伝送処理特性を図5に示す。ここで、搬送波周波数が1400kHzより大きいと波形に歪を生じたため、最大周波数を1400kHzとしている。これはPIN-PDの周波数特性によるものと思われる。図より、1400kHzは500kHzに比べおよそ8dBのC/N低下があり、伝送距離3mは1mに比べおよそ20dBのC/N低下であった。

4. まとめ

本稿では、歩行者用高度交通システム(PITS)に応用できるシステムとして、LED型交通信号機を用いた低コストな通信システムである光AM空間通信システムの提案を行い、その特性評価を行った。その際にLEDの最適な接続方法についても検討し、結果トランジスタのコレクタに1個のLEDを接続し、それを並列に並べる接続方法が最も高い利得が得られることがわかった。

また、受信機がAMラジオであることを考えると伝送距離は、搬送波周波数500kHzにおいて2m程度であると予想される。

今後の課題として、LED型交通信号機での利用を考えると更なる通信距離の増加が望まれるが、LEDを増やすことで通信距離を延ばせる可能性がある。そのため、実際の交通信号機で使用されている500個程度のLEDを用いて評価する必要がある。

文 献

- [1] 谷善平(編著), 新版 オプト・デバイス応用ノウハウ, pp.77-110m, pp.137-160, CQ出版株式会社, 2000.
- [2] 飯高成男, 田口英雄, トランジスタ回路, pp.37-78, (株)オーム社, 2000.

LEDを用いた光AM空間通信システム

名城大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻

橋本 紘樹 小川 明

・背景 (1)

➤ 交通信号機

- ・電球からLED(発光ダイオード)へ移行

➤ LEDの特徴

- ・長寿命, 低発熱, 低消費電力
- ・高速応答性(光通信)

LED型交通信号機に光通信としての機能を付加



位置や安全などの情報を配信

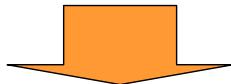
・背景 (2)

➤ 応用例

- ・年配者や障害者のための
福祉的PITS(歩行者用高度交通システム)

・目的

- 簡単かつ低コストに光空間通信システムを実現



- 既存の中波AM放送用ラジオをそのまま利用した光AM空間通信システムを検討

光AM空間通信システムの試作回路を作成し
評価する

・光AM空間通信システム

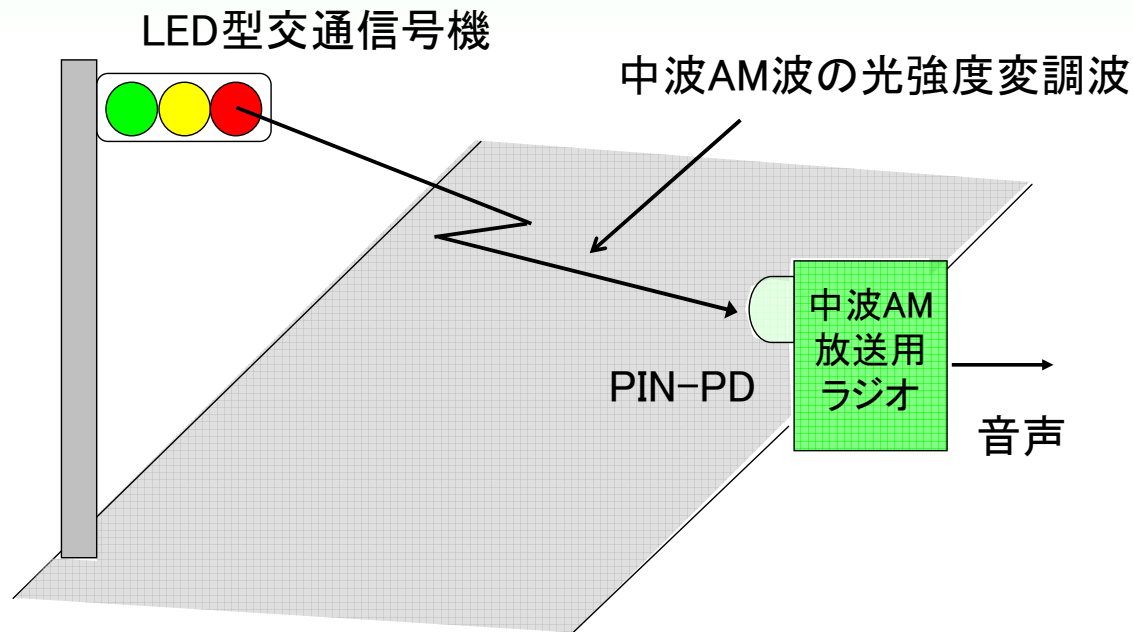


図 1 光AM空間通信システム

・試作した光AM空間通信システム

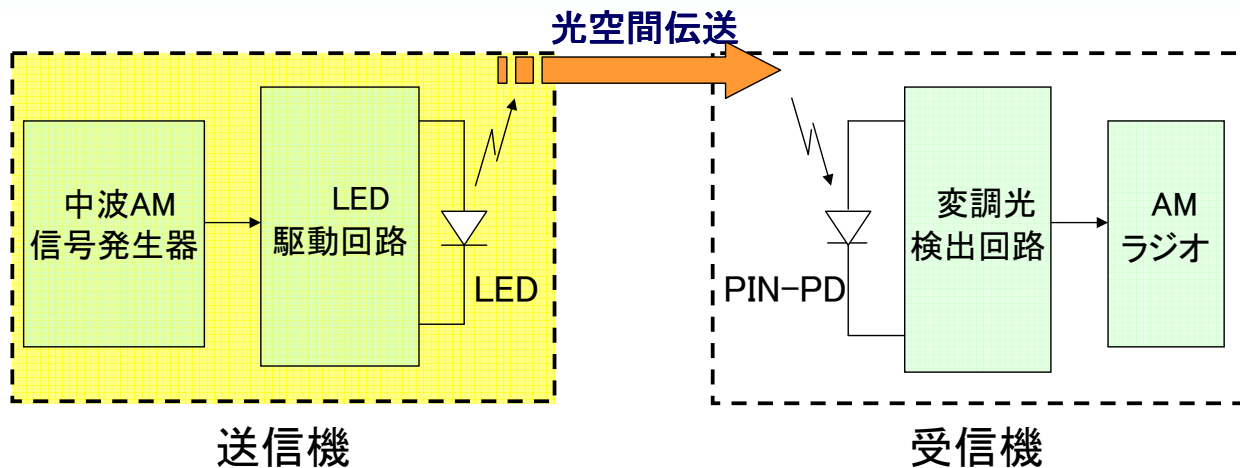


図 2 試作した光AM空間通信システム

・送信機(LED駆動回路)

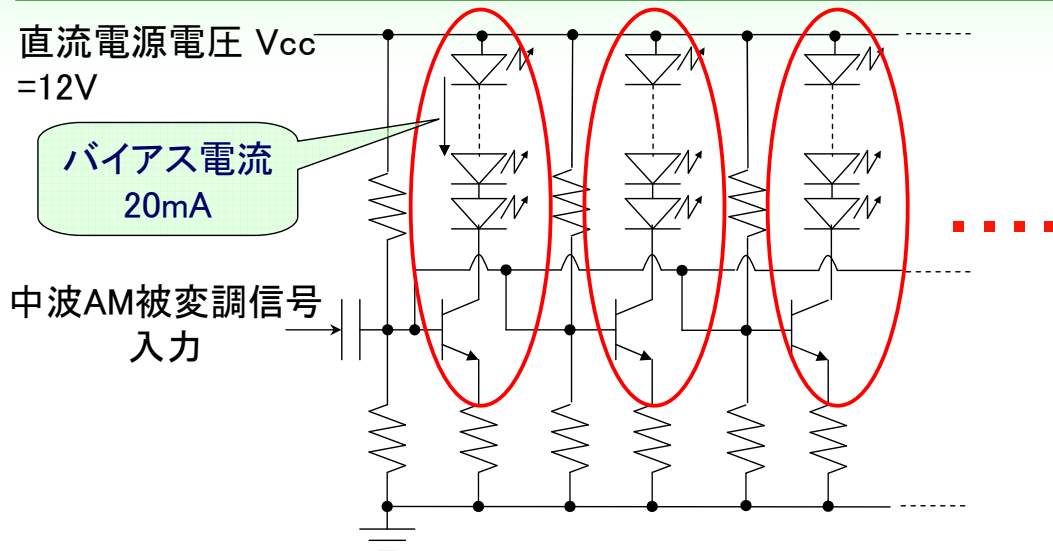


図 3 LED駆動回路

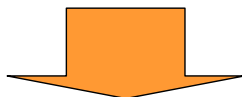
➤ より多くのLEDを駆動させる接続方法

- ・1つのトランジスタに対して直列に接続
- ・複数のトランジスタを用いて並列に接続

・最適なLEDの接続方法(測定条件)

➤ 測定条件

- ・LED : 赤色
- ・入力信号: AM変調波 (信号波: 1kHz,
搬送波: 500, 1000, 1500kHz ・1.0Vpp,
変調度: 80%)
- ・接続方法: 1個から5個を直列接続



LED1個分の発光量を
光レベルメータにより測定

・最適なLEDの接続方法(測定結果)

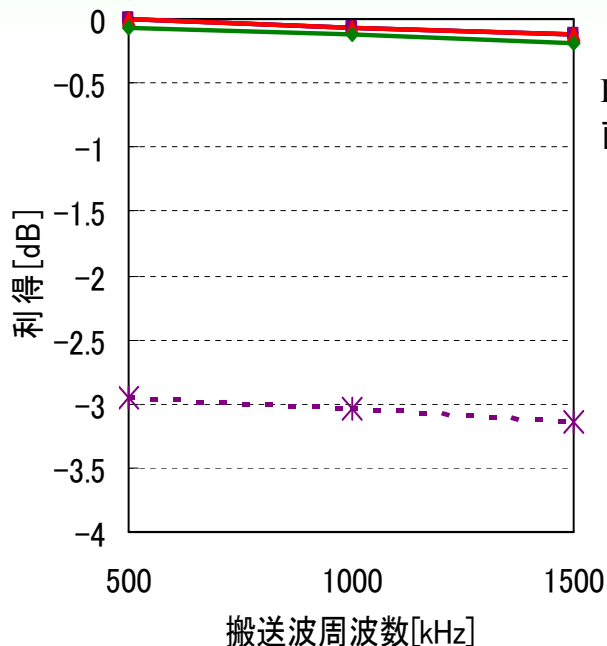


図4 LEDの直列接続数に対する周波数特性

➤ LEDの直列接続数

・1から3個

ほとんど変化なし

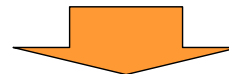
・4個

1個との差は最大で0.25dB

と小さい

・5個

歪が生じた



直列接続数: 4個

・試作した光AM空間通信システム

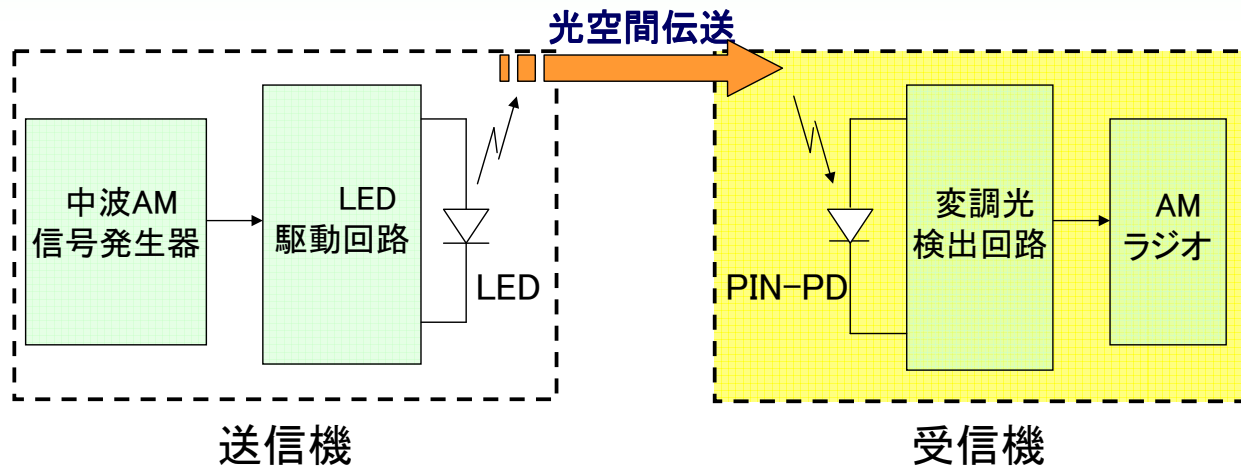


図 2 試作した光AM空間通信システム

・受信機(変調光検出回路, AMラジオ)

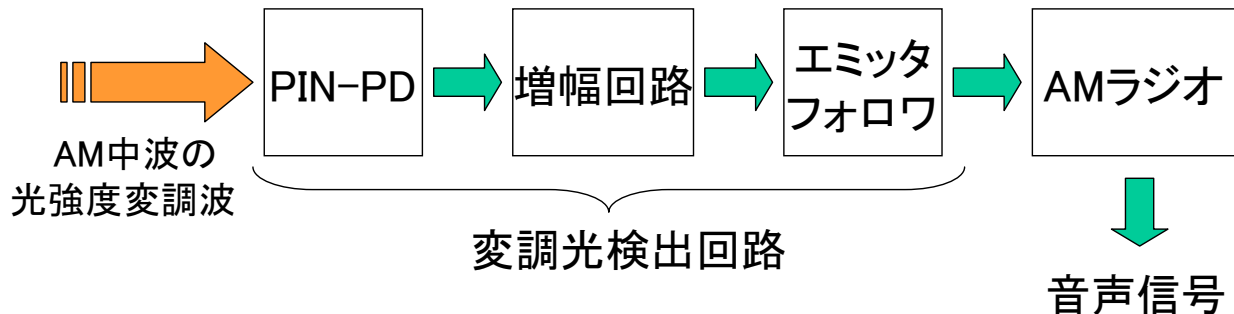


図 5 受信機の構成

➤ AMラジオ

市販品, 外部入力アンテナ端子のあるもの

➤ エミッタフォロワの役割

- ・インピーダンス変換
- ・バッファ

・変調光検出回路の回路構成

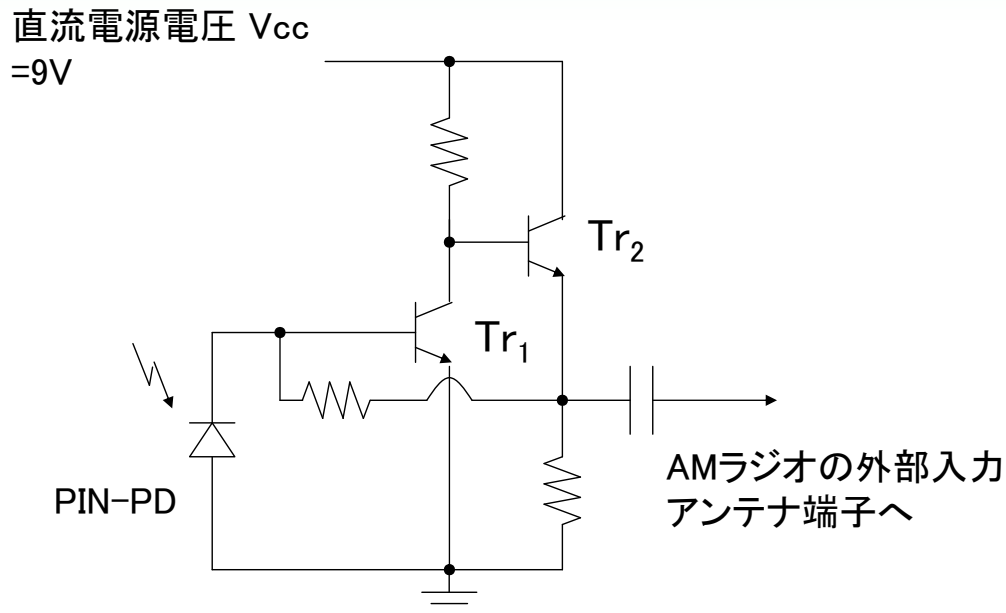


図 6 変調光検出回路の回路構成

・特性評価(測定条件)

➤ 測定条件

- ・LED: 赤色(80個)
- ・接続方法: 4個直列、20段並列接続
- ・搬送波周波数 : 500, 1000, 1500 [kHz]
- ・測定距離: 1m から 3m(0.5m刻み)
- ・測定場所: 室内



・周波数特性および伝送距離特性

搬送波周波数に対する伝送距離とAMラジオ入力C/N比の関係

・音声出力特性

C/N比とラジオからの音声出力S/N比との関係

・C/N比,S/N比の測定方法

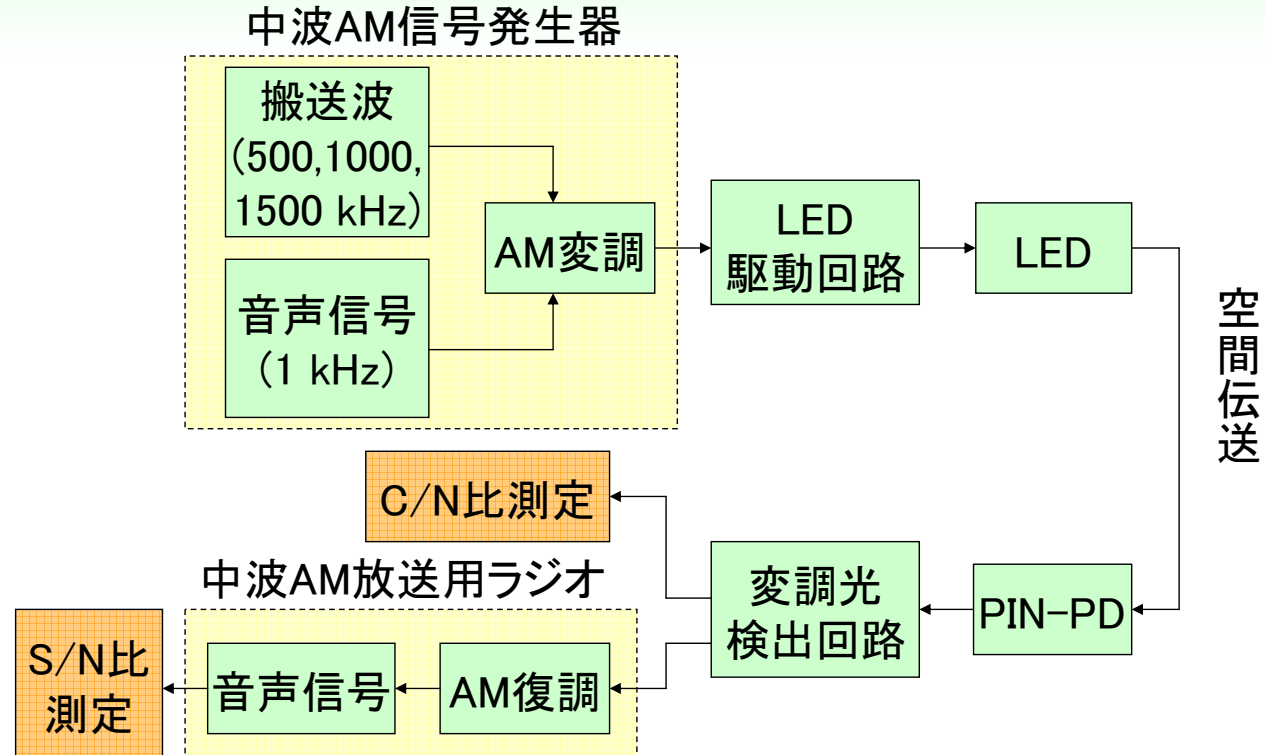
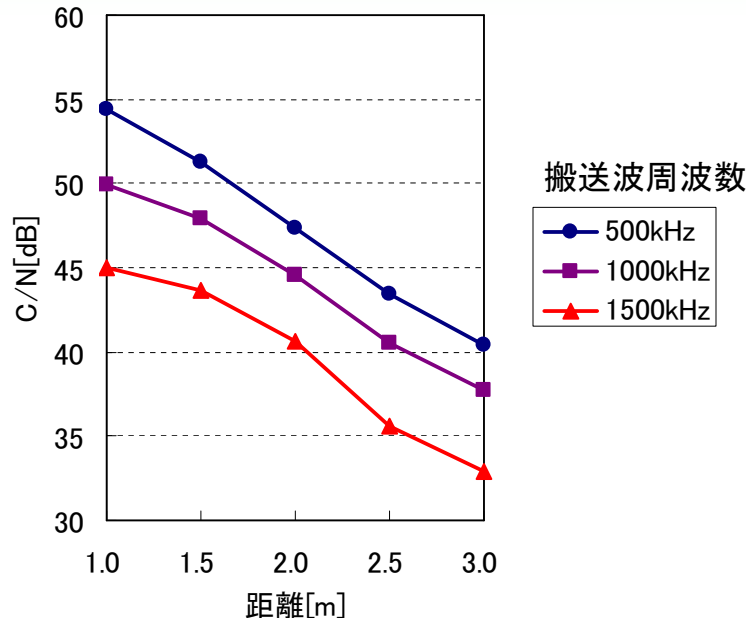


図7 C/N比, S/N比測定ブロックダイアグラム

・搬送波周波数に対する伝送距離対C/N比



➤ 周波数特性

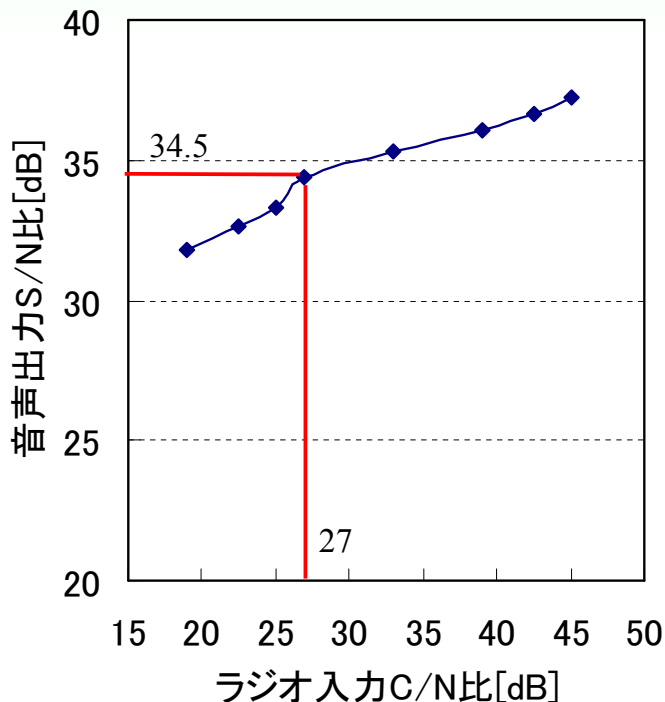
1500kHzでは500kHz
に比べおよそ8dB
C/Nが低下

➤ 伝送距離特性

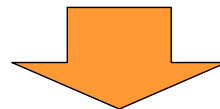
距離を1m延ばすと
およそ7dB C/Nが
低下

図8 搬送波周波数に対する
伝送距離対C/N比

・ラジオ入力C/N比と音声出力S/N比の関係



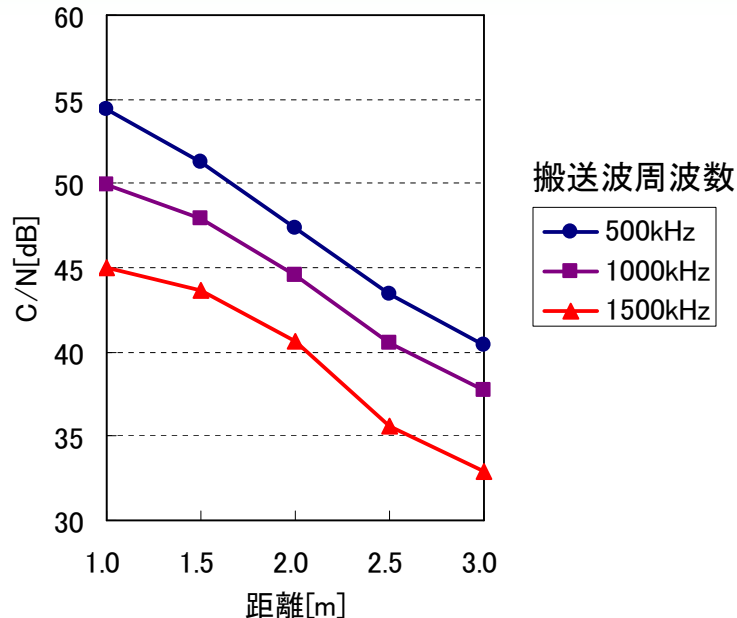
➤ 入力C/N比が27dBのとき
S/N比は34.5dB



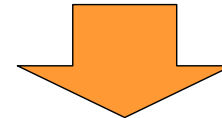
➤ このC/N以上で良好に音声
を出力できた.

図9 ラジオ入力C/N比と音声出力S/N比

・搬送波周波数に対する伝送距離対C/N比



➤すべての周波数,
距離においてC/Nは
27dB以上



➤3m以内の音声伝送
は十分可能

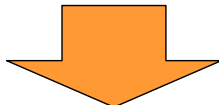
図8 搬送波周波数に対する
伝送距離対C/N比

まとめ

- LED型交通信号機を用いた光空間通信システムをなるべく簡単かつ低コストに実現するため、既存のAM放送用ラジオを用いた光AM空間通信システムを提案し実験を通して評価を行った.
 - 3m以内の音声伝送であれば十分可能であり、更に距離を延ばせる可能性がある.
-

今後の課題

- 交通信号機での利用を考えると10m以上の伝送距離が望まれる。



- 実際のLED型交通信号機で使用されている300個程度のLEDを用いて評価する必要がある。
-