

# ホログラムと面照光 L E D を用いた 高視認性表示技術の開発

間宮 勝、錦 朋範、馬野 勝三、田辺 伸一、高木 俊和、藤田 俊弘  
(和泉電気株式会社)

## Development of highly visible and recognizable display technology utilizing hologram

Masaru MAMIYA, Tomonori NISHIKI, Katsumi MANO, Shinichi TANABE,

Toshikazu TAKAGI, Toshihiro FUJITA

IDEC IZUMI Corporation

Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka, 532 Japan

e-mail: mamiyam@itc.idec.co.jp

Abstract: To improve the ability of Human Machine Interface (HMI) in display devices used in places like automated factory lines and central controlling room of control tower, higher visibility and easier recognition of operating condition of control devices are demanded. Especially with surface illuminated type display utilizing LEDs, 1)high brightness, 2)uniform brightness, 3)wider viewing angle and 4)color variation are the important theme. In this paper the development of display device utilizing Holographic Optical Element (HOE) and surface illuminated LED unit are described and its effect on visibility and recognition are discussed.

Keyword: Human Machine Interface, display device, LED, Hologram

### 1. はじめに

L E D や白熱球等を用いた面照光表示灯は、機械と人間とを取り持つヒューマン・マシン・インタフェース ( H M I ) として最も基本的な機器であり、各種の制御パネル等に広く利用されている。

最近では社会経済情勢の変化に伴い、表示灯に対してより高輝度化の要請が強まっている。例えば生産ライン等の F A (Factory Automation) 現場においては、機械の自動化により省人化が進んだ結果、少数のオペレータが多数の機械の状態を正確

に認識しなくてはならない状況になってきている。また機械を操作するオペレータに対する安全性の観点からも、機械の状態を認識しやすくすることが重要となってきた。

すなわち、表示灯に限らず機械の状態を表示する機器に対して、より視認性を向上するために新たな技術シーズを付加することが必要となっている。

今回、新しい光学素子としてホログラムと面照光 L E D を用いた独自の光学系により、従来の H M I 機器と比較して非常に見

やすい高視認性表示技術の開発を行ったので報告する。

## 2. H M I 環境としての面照光表示技術に対する要請

Fig.1 に面照光表示灯を用いた自動車生産ラインをモデル化したH M I 環境の例を示す。このようなモデルにおいて表示灯に要請される項目には主に以下の4点がある。

- 1) 高輝度化
- 2) 広視野角化
- 3) 均一面照光化
- 4) 多色化

H M I 環境においては、オペレータにとって正面からのみならず斜め方向からでも表示灯の点灯および表示情報が見やすい

ことが重要であり、1) 高輝度化、並びに2) 広視野角化が必要とされている。さらに表示灯に記名された文字や絵の情報をオペレータが不快感なく読み取りやすくするために3) 均一面照光化が重要となる。

また機械の動作状態の表示を表示灯の発色情報として認識しやすくするために4) 多色化が重要となる。多色化については、従来は白熱球にカラーフィルターを用いて表示灯を構成していたが、最近ではL E Dの発光色を用いる場合が増加している。これは、低消費電力化、長寿命化、高信頼性化に対応することもあるが、より機械の状態をオペレーターに認識しやすくするためでもある。

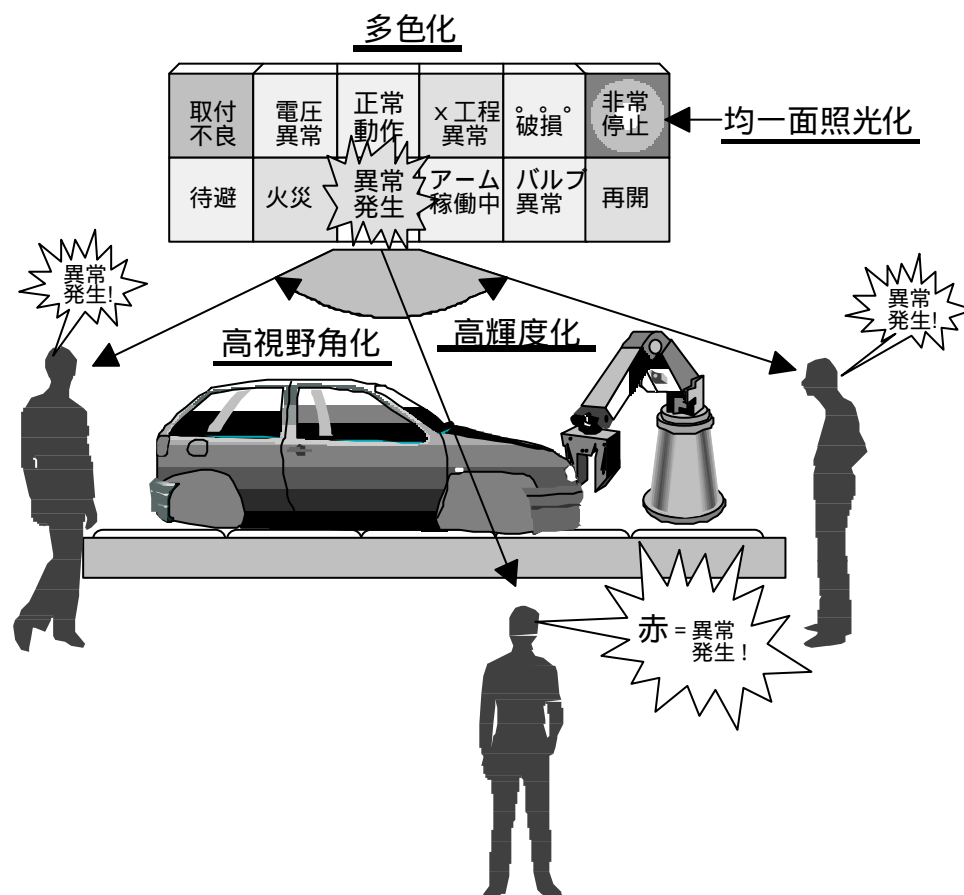


Fig.1 自動車製造ラインのH M I 環境モデル図

### 3. 表示灯の表示色

Fig.2 に IEC (国際電気標準会議)204-1<sup>[1]</sup>、10.3 項で規定されている表示灯の色の持つ意味と用いられる LED の半導体組成について示す。表示灯の色数が限られていると、頻繁に点灯する表示灯の他にそれと同様の意味を持つ希にしか点灯しない表示灯に同色を使わざるをえず、希に点灯する表示灯を見逃してしまう可能性がある。このようなことを起こさないためにも表示灯の色を使い分け、意味付けすることが大切である。従って様々な機械において表示灯の色の意味を統一させ、直感的にその表示灯の点灯が何を示すかをわかりやすくすることが重要となる。

また、人間の感情が色によってどのように刺激されるかを見てみると<sup>[2],[3],[4]</sup>、単に色だけでなく明るさや色調によってその色の感じ方が変わる。

Fig.2 に示すように IEC 204-1 では表示灯の色の意味が規定されており、赤色系の表示灯は異常や非常事態を示しており、ランプ色やアンバー色はその色合いより中性または特に定義されない状態を示している。緑色は安全、正常と意味付けられている。青色に関しては、IEC で義務的と意味付けられているものの従来は前述したように白熱球に青色フィルターを用いて青色を表現していたため非常に暗かった。GaInN 青色 LED チップ自体が実用化されたのは最近であり、今後は青色表示灯として観測者に行動を促す、すなわち義務を与える意味で用いられると考えられる。

以上のように HMI 環境では表示灯の色が重要な役割を果たしており、機械の動作情報が多様化する中で高輝度化はもちろんのことながら表示灯の色も多色化されなければならない。

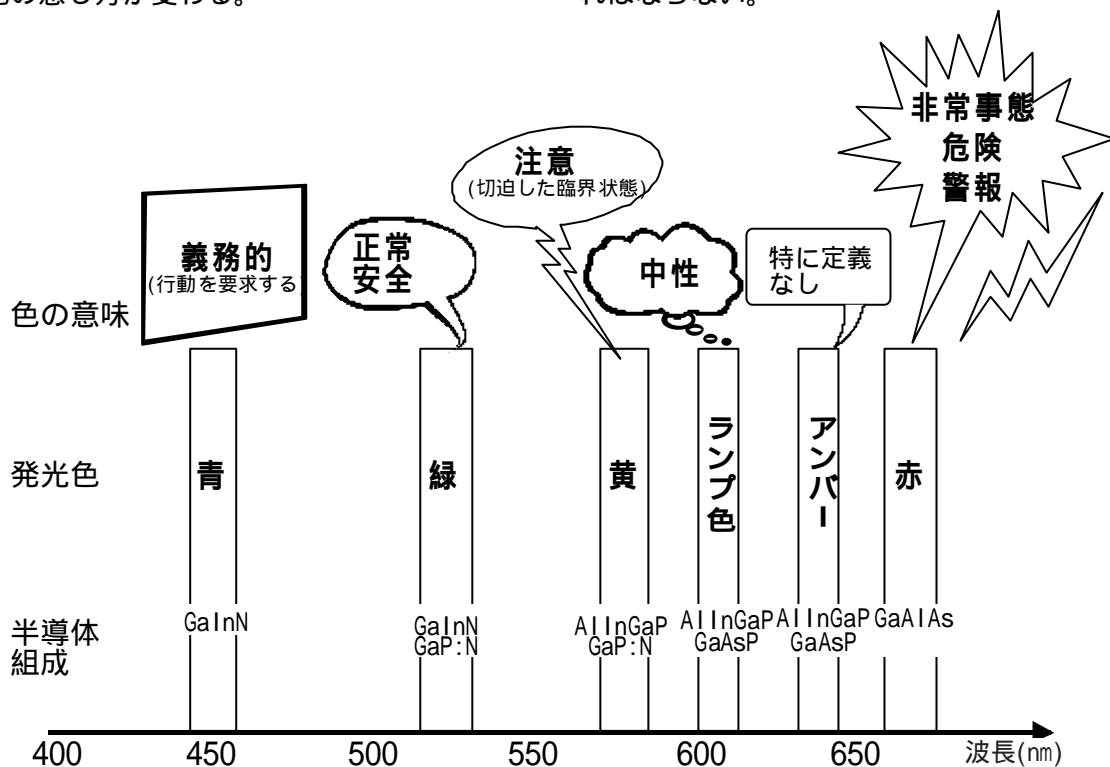


Fig.2 表示灯の色と意味 (IEC(国際電気標準会議)204-1 より)

#### 4. LEDを用いた表示灯

前述のようにHMI環境における表示灯の役割は大きく、その克服すべき課題も多い。今回我々はこれら課題に対し、ホログラムと面照光LEDを用いた高視認性表示技術並びに応用商品を開発したのでその特徴と効果について述べる。

##### 4.1 面照光LED表示灯<sup>[5]</sup>

面照光LED表示灯の構成をFig.3に示す。面照光表示灯とは光源にLEDチップを用い、Fig.3(a)に示すように基板上に光の分布が最も均一となるように複数個配置したものである。

この構成では各LEDからの発光は十分に拡散されておらず、そのままではLEDそれぞれの輝点が見え、輝度ムラが生じ観測者に不快感を与えてしまう。そこで

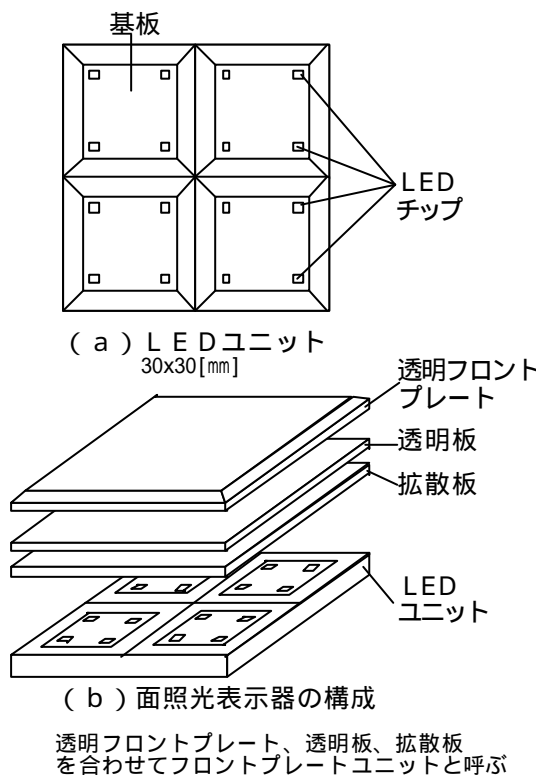


Fig.3 面照光表示灯の構成

Fig.3(b)に示すようにLEDユニットの前に拡散板を挿入し各LEDからの光を拡散させる。

##### 4.2 ホログラム拡散板

従来は拡散板として乳白拡散板が用いられてきたが、光の拡散度合いには優れているが、光の透過率において劣るものであった。そこで今回以下のような効果、特徴を合わせ持つホログラム拡散板を導入した。

- 1)均一拡散
- 2)高透過率
- 3)拡散角が選択可能

また従来の乳白拡散板とホログラム拡散板の特徴を比較した図をFig.4に示す。

ホログラム拡散板は乳白拡散板と異なりその表面にホログラフィーによって記録された微細パターンが形成されており、この微細パターンによって入射光を均一に拡散することができる。さらにホログラム拡散板はその表面微細パターンを変えることで拡散角 を用途に応じて選ぶことができる。

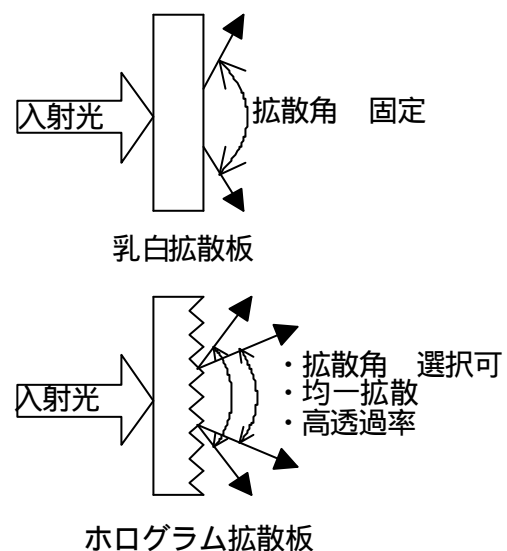


Fig.4 従来の拡散板とホログラム拡散板の比較

## 4.3 面照光 L E D 表示灯の視認性

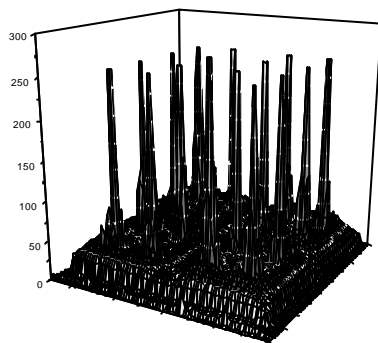
### 4.3.1 均一面照光化

Fig.5(a) ~ (d) に CCD カメラを用いて測定した面照光 L E D 表示灯の発光強度分布を示す。それぞれの条件を以下に示す。

- (a) : 面照光 L E D ユニットの発光
- (b) : Fig.3(b) の拡散板として拡散角の狭いホログラム拡散板を使用したもの
- (c) : Fig.3(b) の拡散板として視認性が最も向上するホログラム拡散板を使用したもの
- (d) : Fig.3(b) の拡散板として乳白拡散板を使用したもの

なおこれらグラフは底面が面照光 L E D 表示灯の発光面に対応し、縦軸がその発光強度を表す。

Fig.5(a)、(b)においては、はっきりと

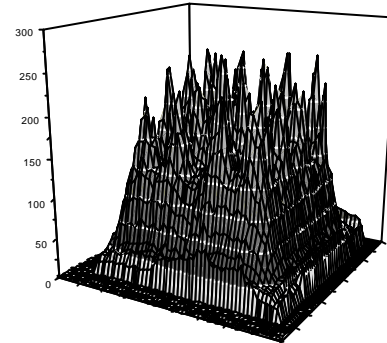


( a ) 拡散板なし

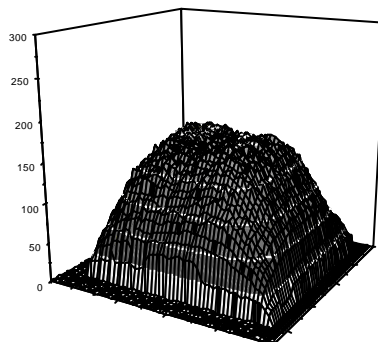
L E D チップが光っているのが見えてしまっているが、(c)、(d)では発光面全体が均一に光っていることがわかる。すなわち輝度ムラが改善されて均一な面照光が得られていることがわかる。さらにホログラム拡散板は透過率が良いため(c)は(d)に比べて発光強度が大きいことがわかる。

### 4.3.2 高輝度化

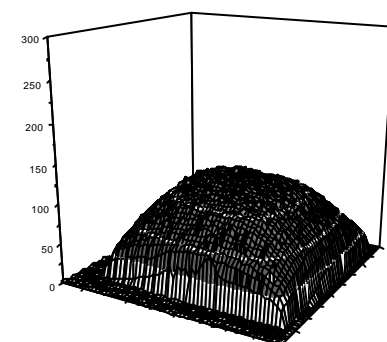
面照光 L E D 表示灯にホログラム拡散板を適用し高輝度化が図れた実測例を Fig.6 に示す。従来の L E D ユニット ( X タイプ ) と白熱球 ( Y タイプ ) とを用いた面照光 L E D 表示灯においては、フロントプレートユニットに乳白拡散板と色板 ( カラーフィルタ ) を用いていたが、新しく L E D チップを用いた L E D ユニット ( Z タイプ ) では



( b ) 拡散角の狭いホログラム拡散板



( c ) 最適条件のホログラム拡散板



( d ) 従来の拡散板

Fig.5 C C D カメラを用いて測定した面照光 L E D 表示灯の  
発光強度分布

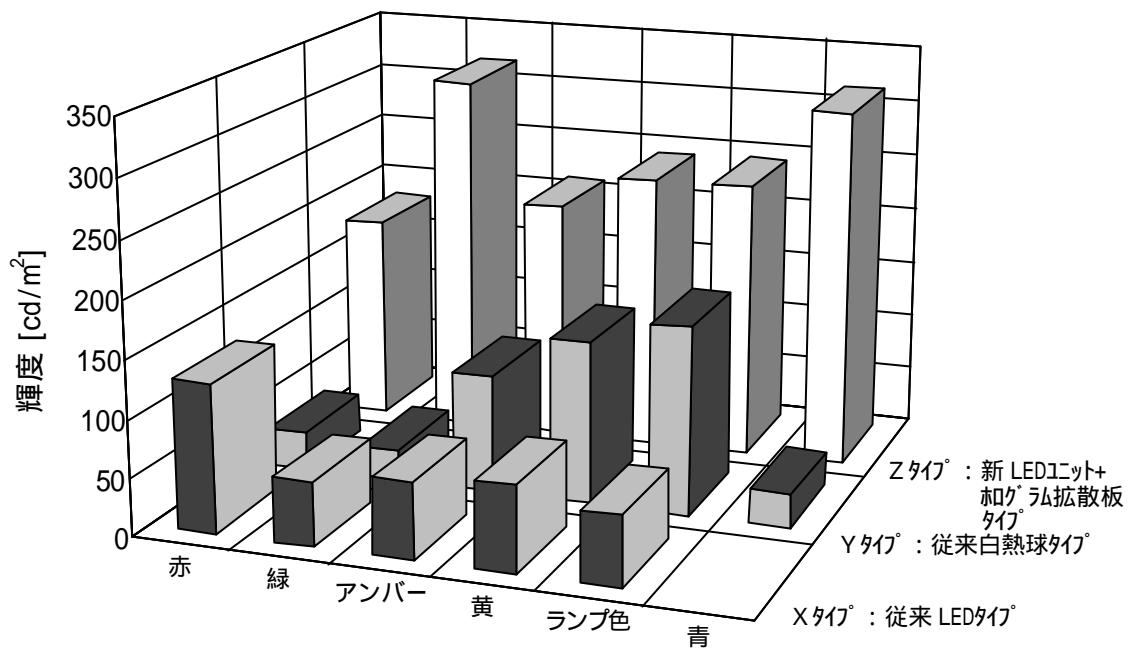


Fig.6 従来表示灯との輝度比較

色板の代わりに透明板を用い、乳白拡散板の代わりにホログラム拡散板を用いている。

それぞれY、Zタイプにおいては赤(R)、緑(G)、アンバー(A)、黄(Y)、ランプ色(W)と青色(B)の6色がある。Xタイプには青色はなく上記6色から青色を除いた5色がある。

Fig.6 よりZタイプでは各色の輝度倍率の平均で、実にXタイプの3.5倍、Yタイプの5.5倍の輝度を実現した。またFig.7にはX、Y、Zタイプそれぞれにおいて各色足し合わせた場合の輝度比較のグラフを示す。Xタイプ、Yタイプでは発光色によって輝度のばらつきが目立つが、Zタイプでは発光色における輝度のばらつきが少ない。すなわち特定の発光色の表示灯のみが明るい場合、その表示灯の情報にとらわれすぎて他の表示灯の情報を観測者が認識しにくい状態となってしまうが、Z

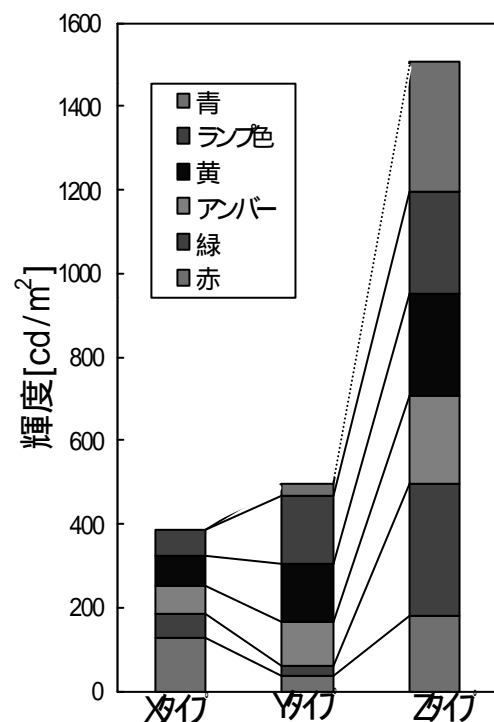


Fig.7 全発光色での輝度比較

タイプのように発光色によって輝度のばらつきが抑えられていると視認性を大いに向上させることができる。

然、新LEDユニットにホログラム拡散板を用いたZタイプがどの方向から見ても明るく広視野角で視認性に優れていることがわかる。

#### 4.3.3 広視野角化

Fig.8に示すグラフはXタイプ、Yタイプ、Zタイプそれぞれの構成における輝度の角度分布を示す。Fig.8においては一目瞭

なお今回表示灯の一例としてとりあげた面照光LED表示器の外観写真を Fig.9 に示す。

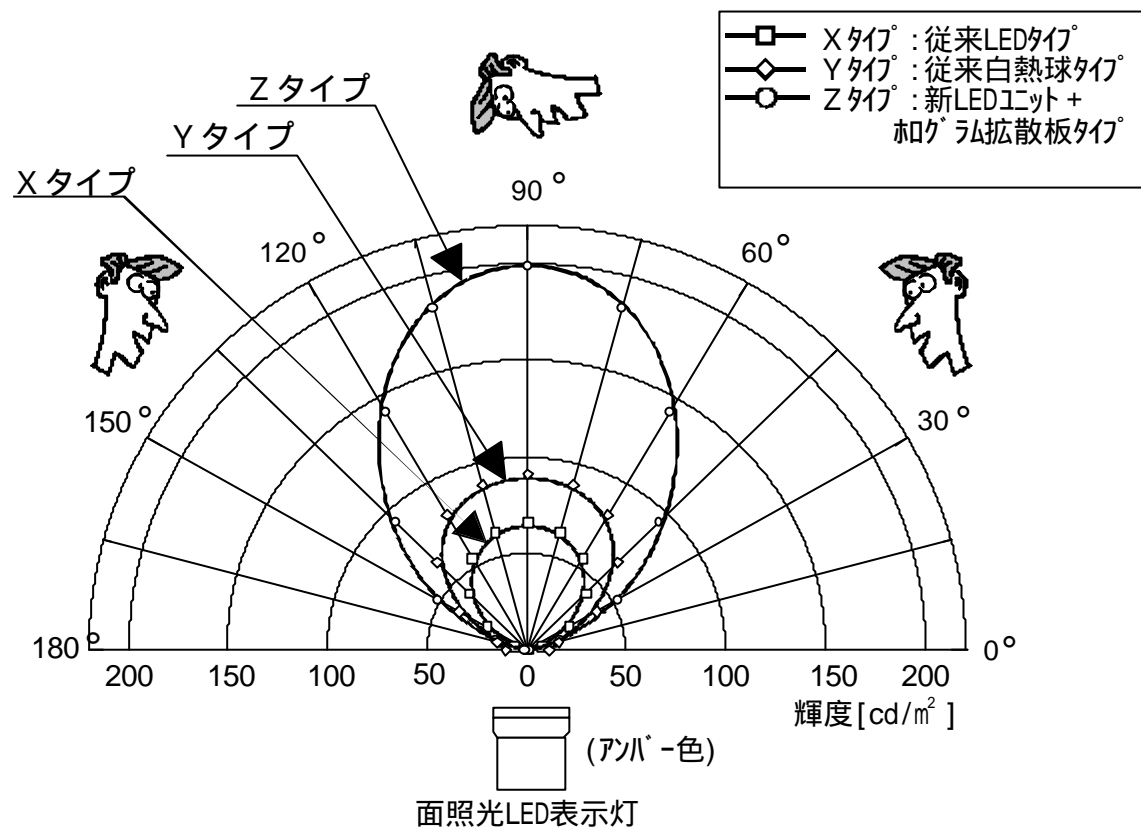


Fig.8 従来表示灯との視野角の比較



Fig.9 面照光LED表示灯の写真

## 5. まとめ

表示灯としての必要条件は人に不快感を与えず、見やすくそして確実に情報を伝えられるものであると考えている。面照光表示灯に関しては、従来のものでは輝度が低い（見にくい）、輝度にムラがある（不快感を与える）、視野角が狭い（正面以外から見た場合に情報を間違えて捉える可能性がある）という欠点があったが、今回我々が開発した新しいLEDユニットとホログラム拡散板の組み合わせでこれら諸問題が飛躍的に解決できた。

さらにLEDの色数を増やすことで情報量を増やすことが可能となった。従来は赤色系のLEDに関しては高輝度のものが存在したが、緑色系のLEDに関してはそれほど輝度の高いものがなかった。それゆえ赤色系の表示の意味である“危険”や“注意”の表示が主体であったが、今後は青色系すなわち観測者や操作者に行動を促す表示も加わるので表示灯として多彩な情報を提供することが可能となる。

今後は新しい光学技術を更に付加することにより、ヒューマン・マシーン・インタフェースとして見やすく快適な表示技術を開発していきたいと考えている。

## 謝辞

本研究の遂行にあたり大変有益な助言および御高配を賜りました和泉電気(株)生産技術センターならびに研究開発部各位に深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] IEC(国際電気標準会議) 204-1, 1992  
Electrical equipment of industrial machines Part 1 : General requirements, section 10.3
- [2] 大島 栄次、師岡 孝次：設備管理工学入門、日本規格協会、1992
- [3] 関 秀光：色彩管理 企業のカラー戦略, 日刊工業新聞社、1968
- [4] 山崎 弘郎：異常の検出と予知 - センサと設備診断技術 -, 工業調査会、1988
- [5] 馬野 勝三、田辺 伸一、松本 吉弘：IDEC REVIEW 1996, p.34-41 “高輝度面照光 LED 表示灯の開発”、和泉電気株式会社



ISSN 0912-3482