

## チュートリアル「空中に生じる像を理解する基礎」

桑山哲郎 (3D フォーラム)

### 1. この文書の目的:

最新技術による光学素子を用いた、優れた空中像表示 (3D と 2D) が最近続々と登場しています。これらはどれも完成度が高く、あらかじめ勉強をして観賞しないと、その技術ポイントを把握できないことがあります。

ここでは、何も無い空中に (表示装置の面よりも手前に) 主として 3D 映像を表示する技術について簡単に解説します。なお、取り上げている文書、人物、組織などは最初に目についたものを取り上げていて、網羅的な調査の結果ではないことをお断りいたします。

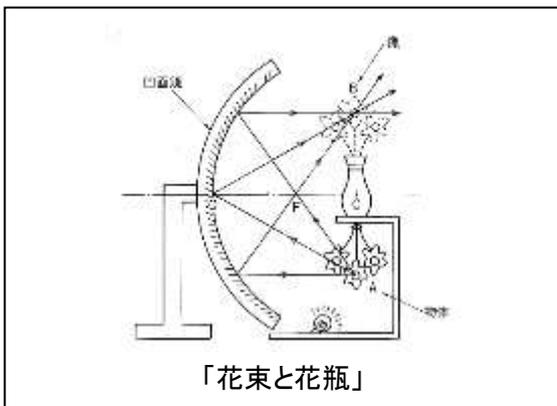
### 2. 光学部品による分類と特性解説

光学部品による分類を行い、光学特性として注意すべき点を解説示します。

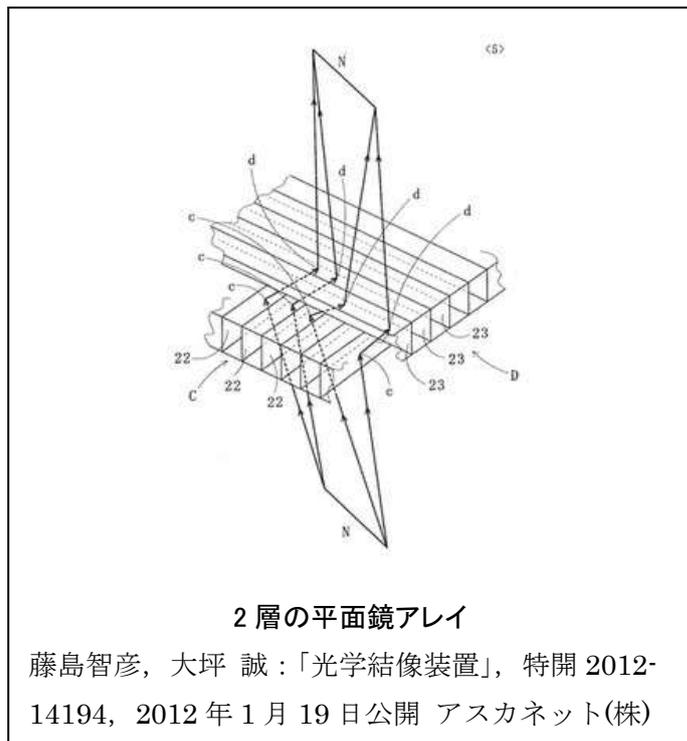
#### 2-1 (等倍) 結像光学系・凹面鏡 ・凸レンズ ・フレネル凸レンズ

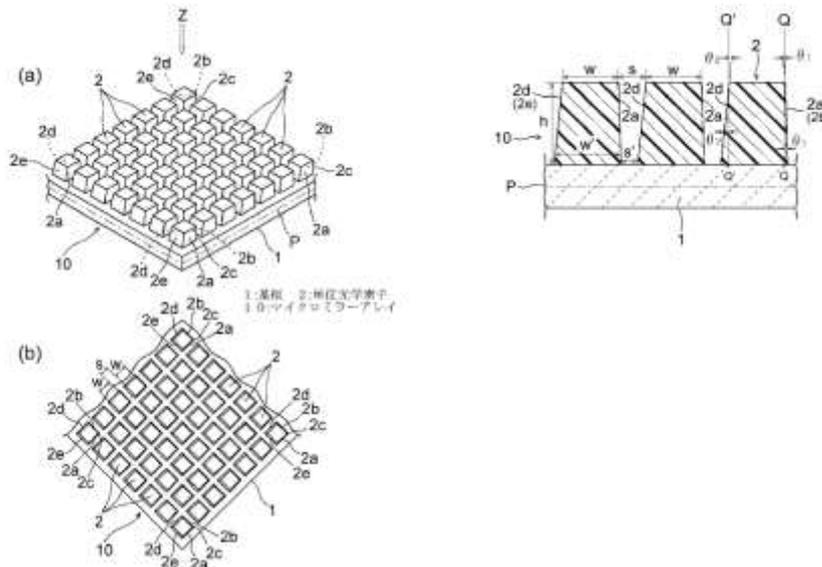
以下の注意点がありますと。

- ・空中像の結像光学系で、像の解像力は高い
- ・結像光学系の歪曲収差 (ディストーション) と、物体の奥行方向位置での結像倍率変動により像の歪が目立つ
- ・結像光学系の球面収差により、観察位置を変えると空中に生じる像の位置が変動する
- ・凹面鏡などの表面が見えると、立体感が失われる (奥の面に像が張り付く) ことがある



#### 2-2 「2 面コーナーリフレクタアレイ」 (Dihedral corner reflector array)



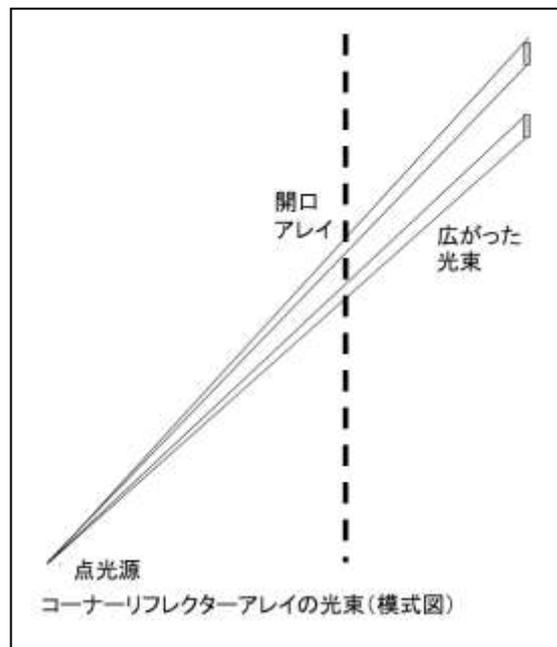
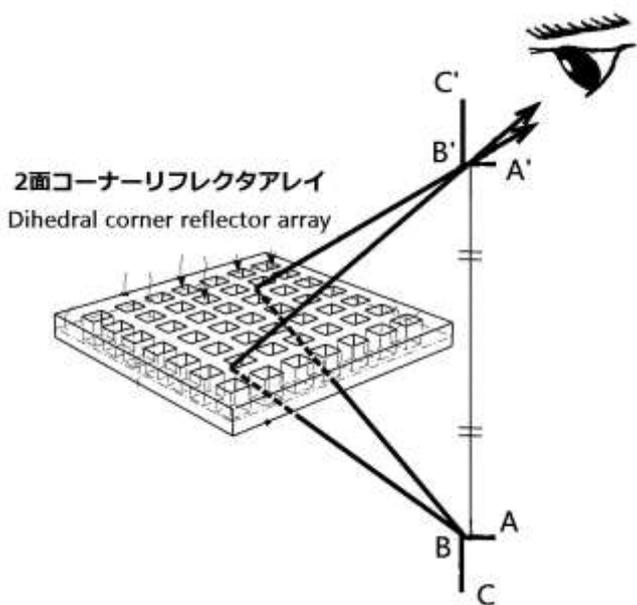


正方形断面のプリズム柱で全反射(内面で反射)

長藤昭子, 十二紀行:「マイクロミラーアレイおよびその製法」, 特開 2014-16576, 2014年1月30日公開  
日東電工(株)

■2面コーナーリフレクタアレイに関する注意点:

- ・「結像」ではない。物体上の点光源からの光は、正方形の開口を通り広がり、像を利用する面では開口の2倍(回折を考えるとそれ以上)に広がる。
- ・焦点距離が存在しないので、結像特性が面全体で一様で、歪が無いという利点がある。
- ・光束の利用効率が低い: 平面で2回反射された光線だけが有効に使用できる(10%台?)
- ・1回反射光や開口を直進する光によりゴーストが生じる場合がある。



3D 像の観察: 等倍の像で凹凸が反転する

この他 パリティ・イノベーション (株) などから特許出願がされている。

□博士論文（全文が入手可能）

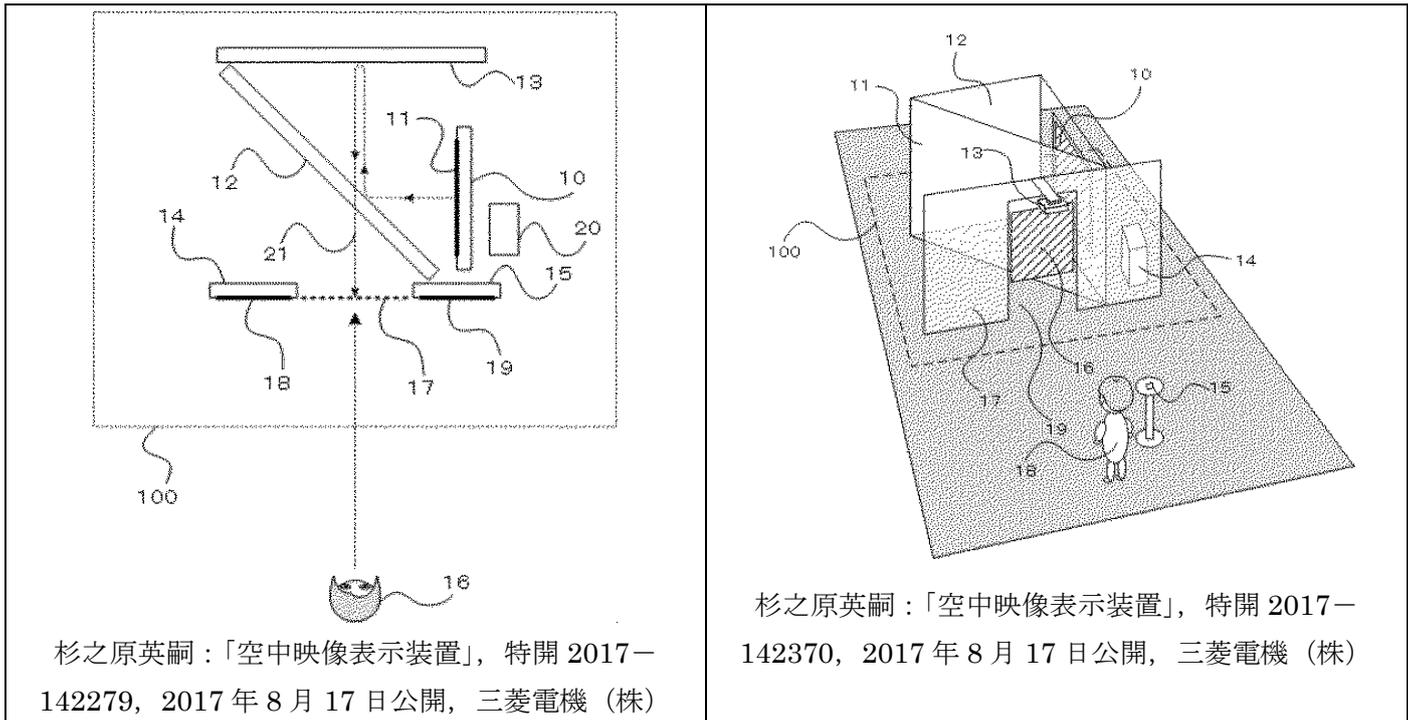
・前田有希：「再帰性反射による結像作用を用いた空中像表示装置の試作と空中三次元像形成への応用」大阪市立大学工学部学位論文，2015年3月24日

・久次米亮介：「直交ミラーアレイを用いたマルチモーダル空中像表示に関する研究」徳島大学工学部学位論文，2017年3月23日【論文タイトルで検索すると入手できる】

### 2-3 3面コーナーリフレクタアレイ

古くから知られている「コーナーキューブ」をアレイ上に敷き詰めたシート（光学素子）が高性能で入手できるようになった。シートの製造元は 日本カーバイド工業（株），システム構成は三菱電機（株）が行っている。（2017年9月 三菱電機 METoA Ginza で展示）

再帰性反射なので、物体上の1点から発散した光は元の物体上に戻る。このためそのままでは3D映像を見ることができず、光を取り出すのにハーフミラーを必要とする。

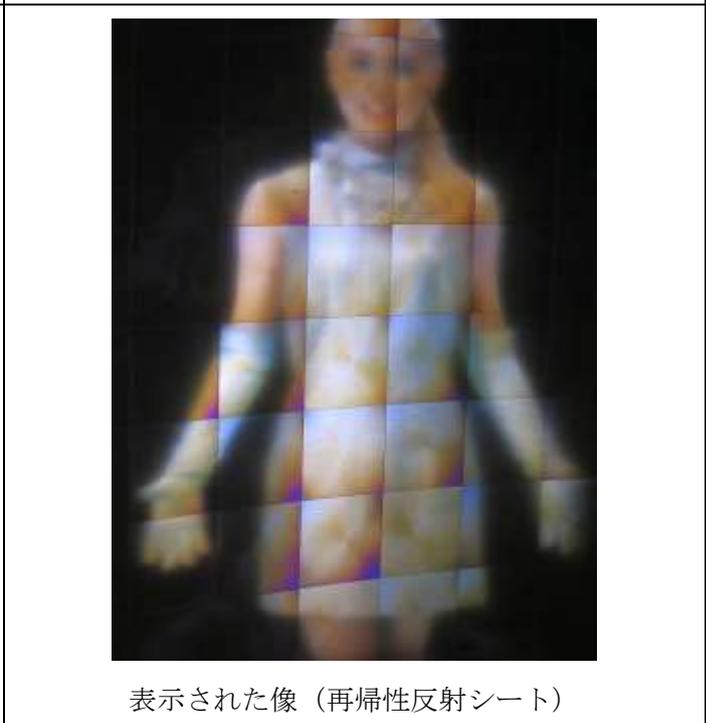


杉之原英嗣：「空中映像表示装置」，特開 2017-142279，2017年8月17日公開，三菱電機（株）

杉之原英嗣：「空中映像表示装置」，特開 2017-142370，2017年8月17日公開，三菱電機（株）



2017年9月21日撮影 三菱電機 METoA Ginza



表示された像（再帰性反射シート）