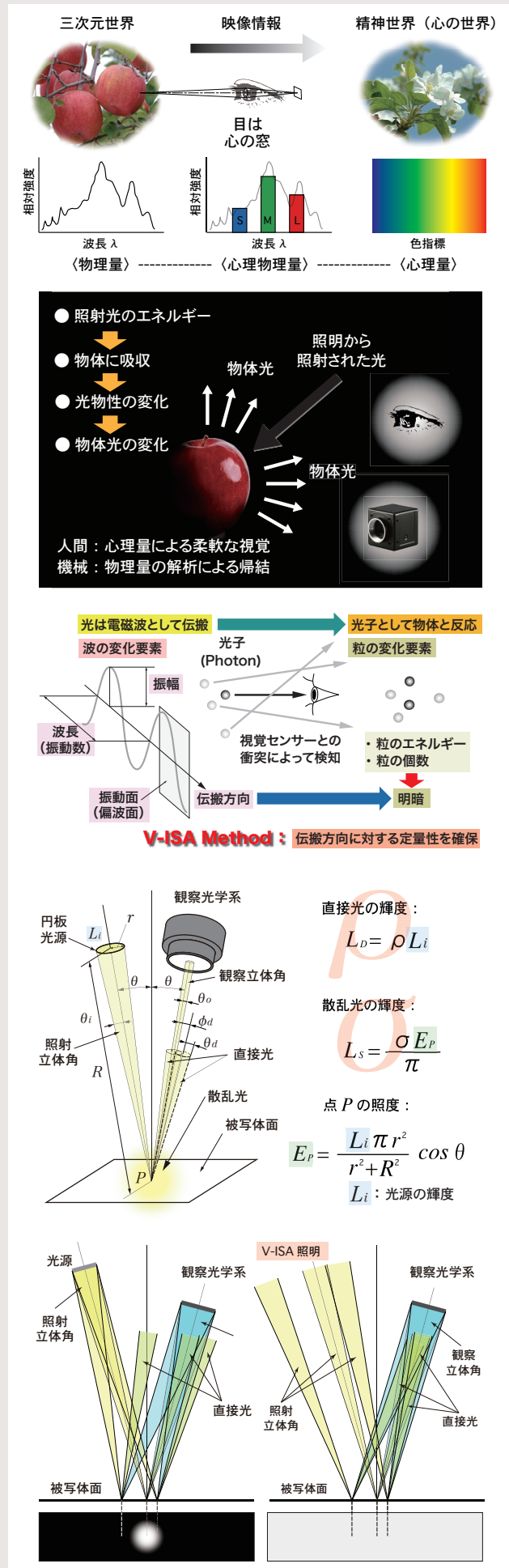


## 6. V-ISA Method について

- 人間の視覚では、様々な物体に色がついて見えることから、この色の違いを明確にすれば、物体が識別できるように思えます。
- しかし、色というのは心理量であって、人間が物体を認識するための、心の世界の指標です。
- 「色」は心の世界にあって、物質界の性質を定量的に測ることのできる物理量ではありません。
- 光を見る、ということは、人間の目なら網膜に光子が当たり、その光子が持っていたエネルギーに拠って、視細胞に含まれる視物質が化学変化を起こすことで、その結果生まれる電荷量で電位差が発生する、ということです。
- 「色」は、感度特性の異なる3種類の視細胞がそれぞれ、どれだけ光を感じているか、その明暗が、こころの中で「色」に変換されています。
- 光は電場と磁場が振動して伝搬する電磁波なので、この物体光の変化は、波の4つの要素、つまり、振動数（波長）、振動方向（偏光）、振幅（明るさ）、伝搬方向（光の進む方向）の少なくとも何れかの変化として観察されます。
- 一方で、光は光子単位で物体と反応するので、網膜でも光センサーでも、物体光の全ての変化は、伝搬方向の変化を含め、原理的に光子単位で、全て単なる明暗情報に変換されます。
- 物体光は、どんな光が、どんな条件で照射されるかによって、物体面の照度に比例する散乱光と、光源の輝度に比例する直接光の変化として、その変化の形態や度合いが決まります。
- 場所によって照射条件の異なる従来型の照明では、この物体光の変化を正確に、しかも定量的に発現させることが出来ません。
- 光の変化を定量的に抽出するためには、その変化を定量的に発生させると共に、その変化を含む光子を定量的に捕捉する必要があります。
- 物体光の内、散乱光はどちらから見ても同じ明るさですが、直接光は、照射条件や物体の光物性によって方向依存性があり、所望の光物性の変化を安定に捕捉するには、照射条件と観察条件を一定に保たなければなりません。
- 物体の各点で、光の照射角度範囲である照射立体角と、その結果発生する物体光を捕捉する角度範囲である観察立体角との相対関係（立体角要素という）を均一に、しかも両者を任意に最適化して撮像する方法が V-ISA Method (Variable Irradiation Solid Angle) Lighting 可変照射立体角照明なのです。



## 11. V-ISA 照明の撮像例 (1)

- 硬貨面を、従来型面光源同軸照明で撮像すると、傾き面が定量的に明暗に反映されない



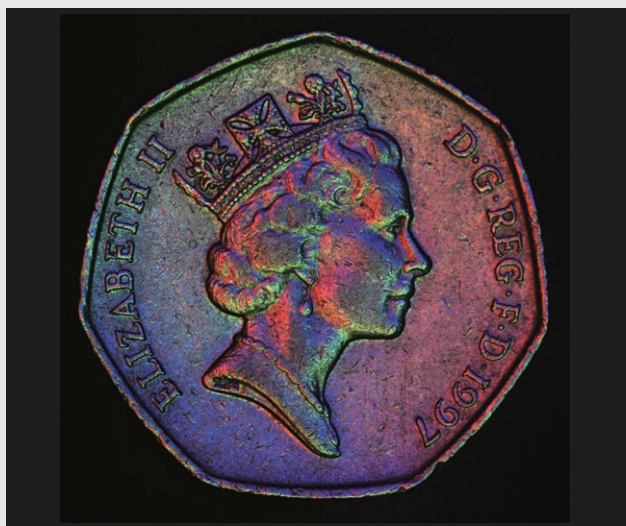
- V-ISA 単層照射立体角では、硬貨面の各部位の傾きが、定量的に明暗に変換される



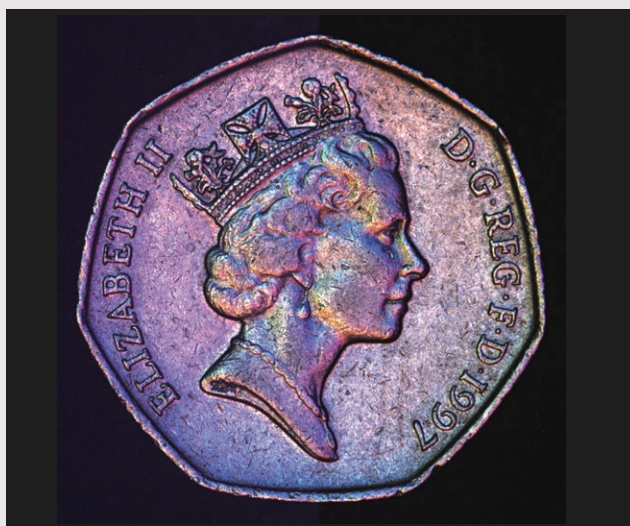
- V-ISA 同心円状 RGB 照射立体角では、各部位の傾き角が、RGB 比率に変換される



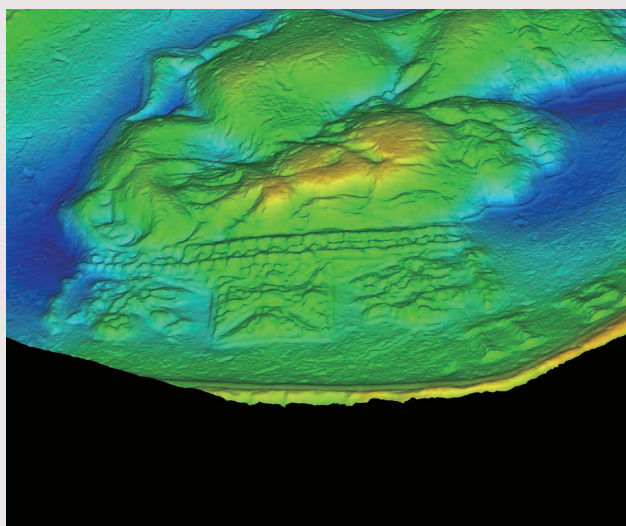
- V-ISA 放射状三分割 RGB 照射立体角では、傾き方向と角度が RGB 比率に変換される



- V-ISA 放射状連続 RGB 照射立体角では、各部位の傾きが RGB 比率に均一変換される



- 各ピクセル毎に、対応する部位の傾き方向と角度を同定でき、3D 高低画像に変換できる

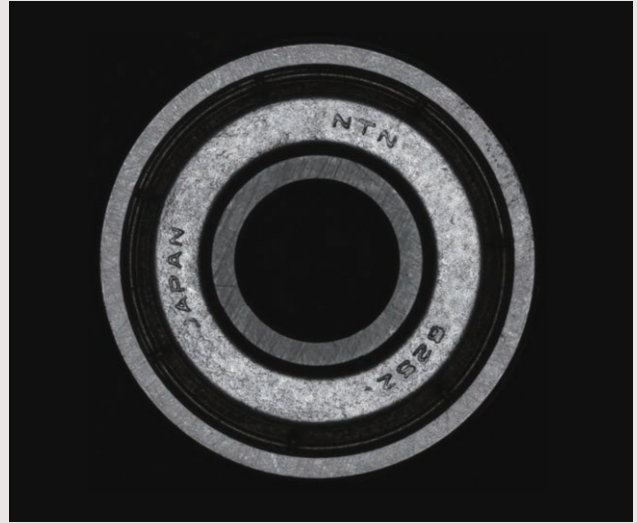


## 12. V-ISA 照明の撮像例 (2)

- 内側、外側、中間部の順に粗度が高い金属面を室内照明で撮像 (定量的な画像ではない)



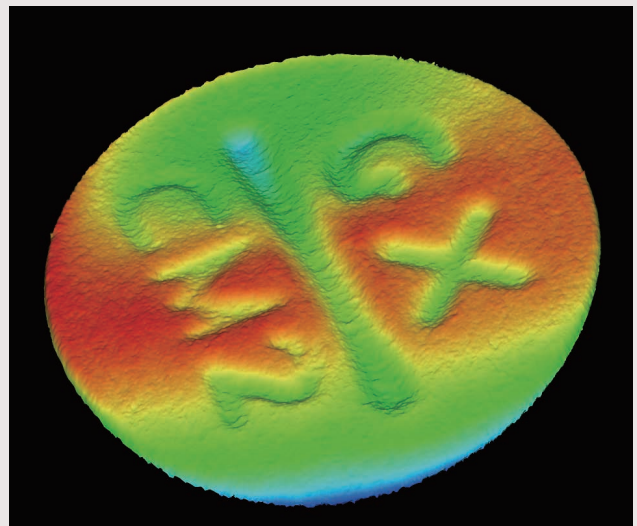
- V-ISA リング状単層照射立体角では、一定の傾き面からの直接光を正確にカットできる



- 刻印付き錠剤を、刻印部に影が出来るように室内照明で撮像 (定量的な画像ではない)



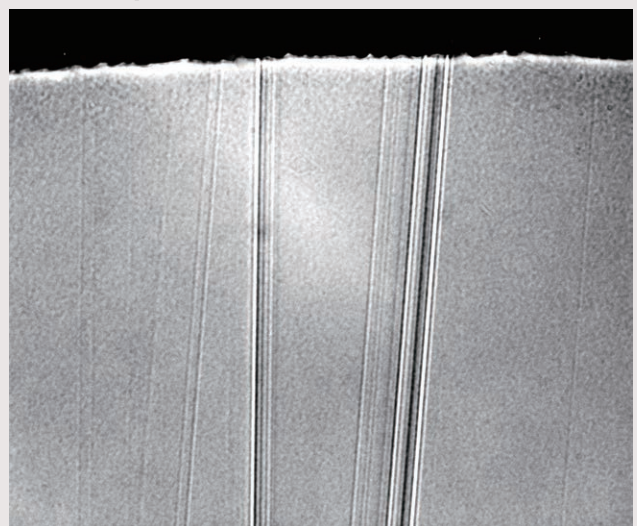
- V-ISA 放射状三分割 RGB 照射立体角で撮像した画像を、3D 高低画像に変換



- 半導体ウェーハを、V-ISA 単照明で撮像すると、0.3 倍レンズで結晶欠陥が撮像できる

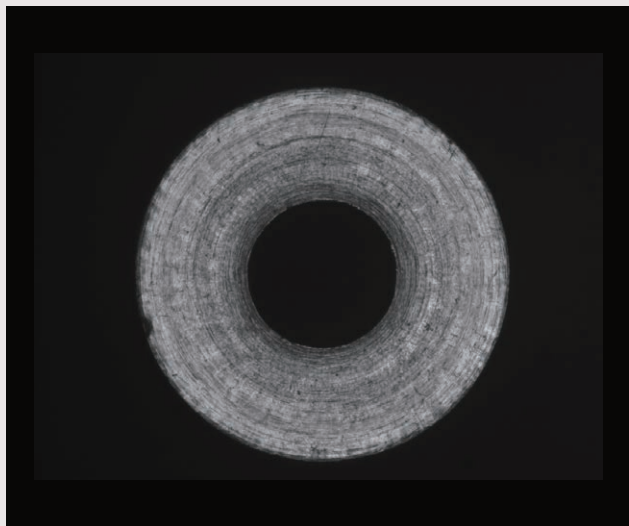


- 3 倍レンズでは、深さ方向の理論分解能を 0.78pm として、欠陥を詳細に撮像できる

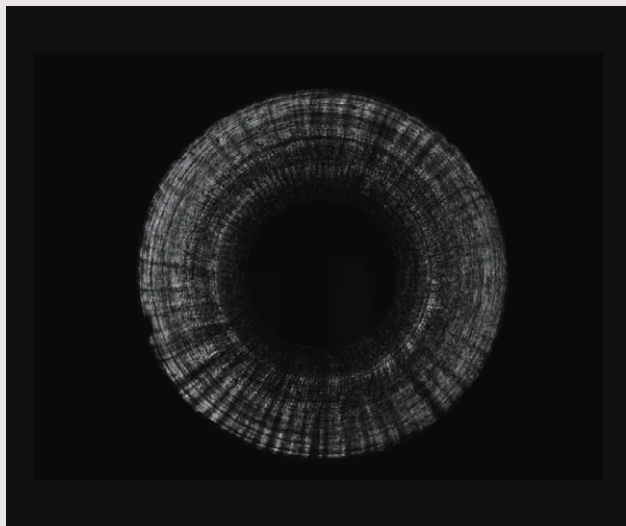


### 13. V-ISA 照明の撮像例 (3)

- 金属加工面を、平面半角 8deg の照射立体角で撮像すると同心円状の加工後が見える



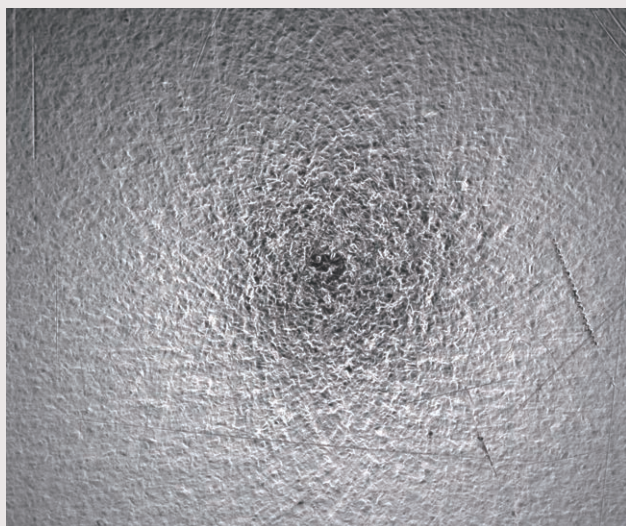
- 平面半角 0.7deg の照射立体角では、切砥工具の振動による放射状の加工痕が見える



- 金属表面に形成された僅かな凸部を、室内照明で撮像 (定量的な画像ではない)



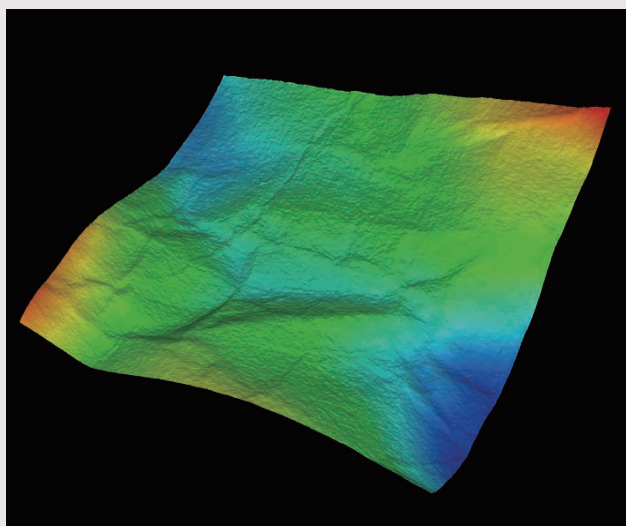
- 3 倍レンズで、平面半角が 2deg の照射立体角では、結晶粒界のズレが撮像できる



- 紙のシワを、室内照明で、シワに影が出来るように撮像 (定量的な画像ではない)



- V-ISA 照明の放射状三分割 RGB で撮像すると、定量的に高低画像に変換出来る



## 14. V-ISA 照明の撮像例 (4)

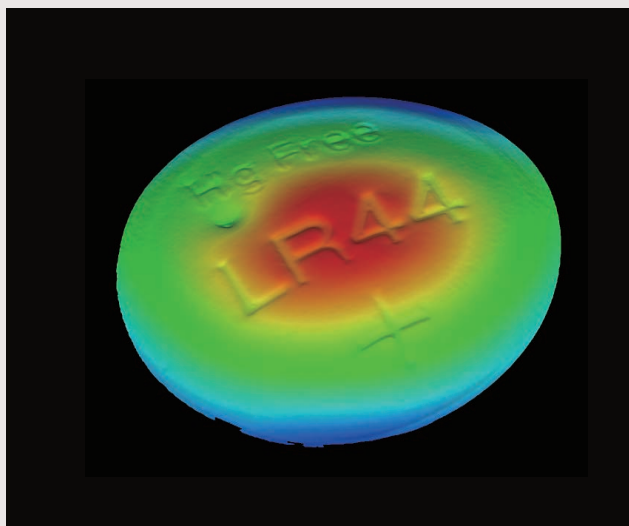
- ボタン電池を、室内照明で見ると、僅かな膨らみや刻印文字、ヘコミなどの判定が難しい



- V-ISA 放射状連続 RGB 照射立体角で撮像すると、3D 形状が定量的に取得できる



- 放射状 RGB 照射立体角で撮像した画像は 3D 高低画像に変換出来るが、比較が難しい



- 同心円状連続 RGB 照射立体角では、電池が回転しても形状の精密な比較が可能となる



- 単層の照射立体角では、傾きに対する明暗のしきい値が一つで、微小変化は捕捉が難しい



- Ultra-thin 環状多層照射立体角では、深さ方向の分解能を上げて全面検査ができる

