【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第１区分
【発行日】平成27年2月5日(2015.2.5)

【公開番号】特開2013-148420(P2013-148420A)
【公開日】平成25年8月1日(2013.8.1)
【年通号数】公開・登録公報2013-041
【出願番号】特願2012-8161(P2012-8161)
【国際特許分類】
*Ｇ０１Ｎ　21/27　　(2006.01)*
【ＦＩ】
Ｇ０１Ｎ　21/27　　Ｃ

【手続補正書】
【提出日】平成26年12月11日(2014.12.11)
【手続補正１】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００１１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００１１】
（４）前記第２のピッチは、前記金属ナノ体で生じる局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長よりも短い波長で反射率の１次極小値を確立し、かつ、前記１次極小値よりも小さい１次よりも高次の極小値を確立する大きさに設定されることができる。このように第２のピッチが設定されると、特定の波長で反射率は著しく低減される。その結果、局在表面プラズモン共鳴に確実に伝播表面プラズモン共鳴が結合する。金属ナノ体の表面で確実に近接場光は強められる。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２６】
この試料分析素子１１では、長ピッチＬＰは、金属ナノ突起１５で生じる局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長よりも短い波長で反射率の１次極小値を確立し、かつ、反射率の１次極小値よりも小さい反射率の値で１次よりも高次の極小値を確立する大きさに設定される。このように長ピッチＬＰが設定されると、特定の波長で反射率は著しく低減される。その結果、局在表面プラズモン共鳴に確実に伝播表面プラズモン共鳴が結合する。金属ナノ突起１５の表面で確実に近接場光は強められる。特に、長ピッチＬＰは、金属ナノ突起１５で生じる局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長からレッドシフトする波長で反射率の極小値を確立する大きさに設定されることが望まれる。こういった長ピッチＬＰの設定によれば、反射率は「０（ゼロ）」を示すことができる。近接場光は期待通りに増強されることができる。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３２】
図１２は各モデルの反射率の極小値から作成された分散関係を示す。長ピッチＬＰから

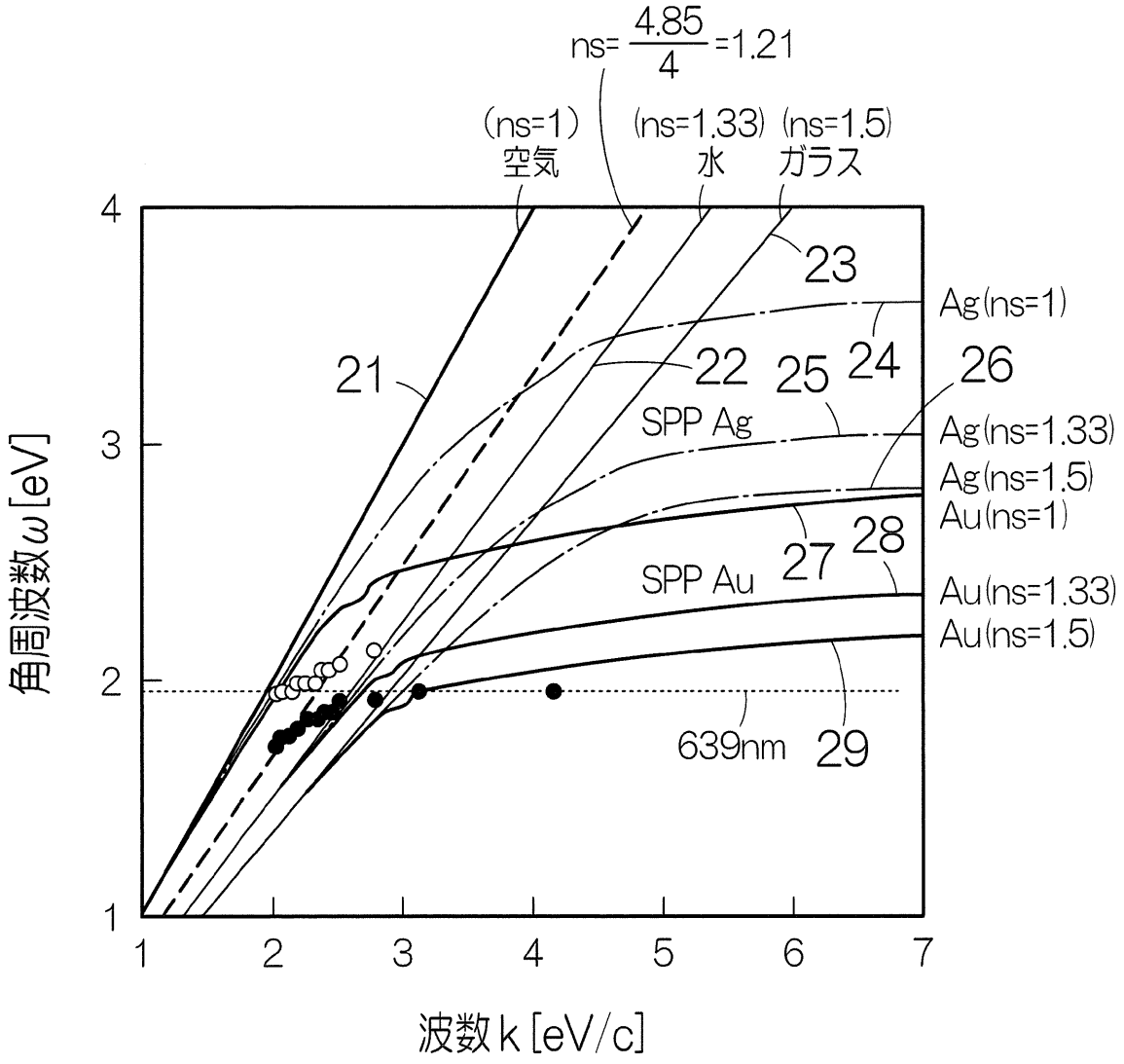
生ずる波数（横軸）ごとに、反射率の極小値を示した周波数（縦軸）がプロットされた。長ピッチＬＰごとに高い周波数を示す極小値（１次極小値に相当）では金（Ａｕ）および銀（Ａｇ）でダイポールの向きが同じ方向であって、長ピッチＬＰごとに低い周波数を示す極小値（１次よりも高い高次の極小値に相当）では金（Ａｕ）および銀（Ａｇ）のダイポールの向きが反対向きである。図１２で複数の長ピッチＬＰに共通に現れる波長（＝７７０ｎｍ）は局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長に相当する。なぜならば、分散関係の傾きは伝搬プラズモンの移動速度を示し、第１モデル（ＬＰ＝２４０ｎｍ）、第２モデル（ＬＰ＝３６０ｎｍ）および第３モデル（ＬＰ＝４８０ｎｍ）で高次の極小値を示す角周波数の傾きは０（ゼロ）を示し、同様に、第５モデル（ＬＰ＝７２０ｎｍ）および第６モデル（ＬＰ＝８４０ｎｍ）で１次極小値を示す角周波数の傾きは０（ゼロ）を示すからである。局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長は金属ナノ突起１５の体積や誘電膜１４の膜厚に応じて決定されることができる。また、各々の長ピッチＬＰごとに局在表面プラズモン共鳴の共鳴波長（＝７７０ｎｍ）以外で反射率の極小値を示す波長は主に伝搬表面プラズモン共鳴と考えられる。さらに、第２モデル（ＬＰ＝３６０ｎｍ）および第３モデル（ＬＰ＝４８０ｎｍ）では高次の極小値の角周波数はＡｕ（ｎｓ＝１）の分散関係曲線から低周波数側にシフトすることが観察される。これは金属ナノ突起１５の並びに起因する。金属ナノ突起１５の並びが増加するにつれて金属ナノ突起１５間の相互作用が増加し共鳴波長がレッドシフトつまり長波長側へシフトした結果である。共鳴ピーク波長の長波長化またはレッドシフトは金属ナノ突起１５群間の相互作用の強さを示す。この波長７７０ｎｍと金Ａｕ（ｎｓ＝１）の伝播表面プラズモン共鳴の分散関係曲線とに基づき非特許文献１と同様にＡｎｔｉ－Ｃｒｏｓｓｉｎｇ　Ｂｅｈａｖｉｏｒ（ハイブリッドモードの指標として知られる）が観察された。加えて、第３モデルの２次極小値（波長６８５ｎｍ）は第１モデルの１次極小値（波長６８２ｎｍ）とほぼ一致する波長で確立されることから、第３モデルの２次極小値は、金属ナノ突起１５を含まない非金属領域１７で引き起こされる局在表面プラズモン共鳴に由来することが理解される。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３３】

図１３は同様に電場強度Ｅｘの波長依存性を示す。ここでは、単位面積当たりに換算された電場強度Ｅｘの二乗和が特定された。二乗和の特定にあたって金属ナノ突起１５の下側の４つの頂点それぞれで電場強度Ｅｘが算出された。個々の頂点ごとに電場強度Ｅｘの二乗値が算出され、繰り返し計算の最小単位の全ての頂点の二乗値が足し合わせられた。単位面積として第１比較モデルの面積が設定された。足し合わせられた結果がその単位面積当たりに換算された。こうして単位面積当たり電場強度Ｅｘの二乗和が算出された。図１３から明らかなように、長ピッチＬＰの設定に応じて金属ナノ突起１５の電場強度Ｅｘは金属ナノ突起１５全体で高められることが確認された。特に、第１比較モデルでは短ピッチＳＰの影響でピーク値が波長＝７７０ｎｍで現れることから、第２～第５モデルで短ピッチＳＰの影響で局在表面プラズモン共鳴が支配的であることが考えられる。その他、長ピッチＬＰ＝４８０ｎｍの第３モデルでは波長６８０ｎｍおよび７７０ｎｍで第１比較モデルに比べて大幅な電場強度Ｅｘの改善が観察された。長ピッチＬＰ＝６００ｎｍの第４モデルでは、波長８２０ｎｍで、波長７７０ｎｍの局在表面プラズモン共鳴の電場強度Ｅｘの二乗値を上回る大幅な電場強度Ｅｘの改善が観察された。波長７７０ｎｍの局在表面プラズモン共鳴が金属ナノ突起１５の伝搬表面プラズモン共鳴と強い相互作用を起こした結果、共鳴波長が波長８２０ｎｍへレッドシフトしたと考えられる。以上のことから、本構成のモデルでは長ピッチＬＰが４８０ｎｍ～６００ｎｍの範囲で設定されることで非常に大きな電場増強が得られることがわかった。このことは図１２の分散関係からも読み取られることができる。つまり、ハイブリッドモードで局在表面プラズモン共鳴の共鳴波

長７７０ｎｍからレッドシフトし始める長ピッチＬＰは４８０ｎｍ～６００ｎｍの範囲であることがわかった。

【手続補正５】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図２
【補正方法】変更
【補正の内容】
【図２】




【手続補正６】
【補正対象書類名】図面
【補正対象項目名】図１６
【補正方法】変更
【補正の内容】

【図１６】

